

**RANCANG BANGUN DINDING BERSTRUKTUR PIPA BERISI  
AIR SEBAGAI PENURUN SUHU RUANGAN**



**Skripsi**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains  
Jurusan Fisika pada Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar

**Oleh**

**AHMAD SUBHAN**  
**60400112031**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN  
MAKASSAR  
2016**

### **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Dengan penuh kesadaran, penyusun yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya penyusun sendiri. Jika dikemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat tiruan, plagiat atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Makassar, 22 November 2016  
Penyusun

Ahmad Subhan  
60400112031

## PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul, “**Rancang Bangun Dinding Berstruktur Pipa Berisi Air sebagai Penurun Suhu Ruangan**” yang disusun oleh Ahmad Subhan, NIM: 60400112031, mahasiswa Jurusan Fisika pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang *munaqasyah* yang diselenggarakan pada hari senin, tanggal 22 November 2016 M, bertepatan dengan 22 Shafar 1438 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana dalam ilmu Sains dan Teknologi, Jurusan Fisika (dengan beberapa perbaikan)

Gowa, 22 November 2016 M  
22 Shafar 1438 H

### DEWAN PENGUJI

Ketua	: Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag.	(.....)
Sekretaris	: Ihsan, S.Pd., M.Si.	(.....)
Munaqisy 1	: Muh. Said L, S.Si., M.Pd.	(.....)
Munaqisy 2	: Nurul Fuadi, S.Si., M.Si.	(.....)
Munaqisy 3	: Dr. Moh. Sabri AR, M.Ag.	(.....)
Pembimbing 1	: Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D.	(.....)
Pembimbing 2	: Hernawati, S.Pd., M.Pfis.	(.....)

Diketahui Oleh:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar

Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag.  
NIP: 19691205 199303 1 001

## KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم  
الحمد لله رب العالمين والسلام على أشرف الأ  
نبياء والمرسلين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين

Setelah melewati perjalanan panjang dan melelahkan, menyita waktu, tenaga, dan pikiran, maka pada mulanya hanya obsesi, lalu berubah menjadi gagasan, kemudian direfleksikan dalam bentuk tulisan, sehingga pada akhirnya rampung menjadi sebuah Skripsi sebagai syarat akademis dalam penyelesaian studi Strata satu pada jurusan Fisika Sains UIN Alauddin Makassar. Oleh karena itu, sembari berserah diri dalam *ketawadhu'an* dan *kenisbian* sebagai manusia, maka sepantasnyalah persembahkan puji syukur hanya di peruntukan kepada Allah Swt. yang telah melimpahkan *taufik* dan *hidayah*-Nya. Kemudian kepada Nabi Muhammad Saw, junjungan muslim sedunia, penulis kirimkan shalawat dan salam kepada beliau serta para sahabat yang telah memperjuangkan Islam sebagai agama sekaligus sebagai ideologi rasional.

Disadari betul bahwa penulis sebagai bagian dari seluruh makhluk tuhan yang dhaif yang sudah pasti secara sosial sangat membutuhkan bantuan dari orang lain. Oleh karena itu, terasa sangat bijaksana bila penulis menghaturkan terima kasih yang tak terhingga kepada sederetan hamba Allah Swt. yang telah memberikan sumbangsih baik berupa bimbingan, dorongan, rangsangan dan bantuan yang mereka berikan kepada penulis kiranya dicatat oleh Allah Swt sebagai amal saleh. Ucapan terima

kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu hingga selesainya penulisan skripsi ini, dan kepada:

1. Kedua orang tua terkasih dan Tercinta Ayahanda **H. Harisah** serta ibunda **Hj. Ummul Khair**, semoga Allah Swt melimpahkan Ridho-Nya dan Kasih-Nya kepada keduanya dan dikasihi Sebagaimana dia mengasihiku penulis semenjak kecil, yang atas asuhan, limpahan kasih sayang serta dorongan mereka, penulis selalu peroleh kekuatan material dan moril dalam menapaki pencarian hakikat diri. Kepada saudara-saudaraku yang tercinta kakakku **St. Juharna, S.Pd., St. Wafiah, S.Pd., Rosman, Ahmad Sunardi, S.T., dan Sadaniati** sebagai pengganti orang tua yang selalu loyal dalam membantu penulis. Kepada keluarga dekatku semua yang terlibat (secara tidak langsung) dalam prosesi perjalanan dunia akademik penulis.
2. Bapak **Prof. Dr. H. Musafir Pababbari, M.Si.**, selaku Rektor UIN Alauddin Makassar.
3. Bapak **Prof. Dr. Arifuddin. M.Ag**, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
4. Ibu **Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D.**, dan Bapak **Ihsan, S.Pd., M.Si.**, Selaku Ketua dan sekretaris Jurusan Fisika beserta dosen pengajar Jurusan Fisika ibu **Rahmaniah, S.Si., M.Si.**, ibu **Kurniati Abidin, S.Si., M.Si.**, ibu **Ayusari Wahyuni, S.Si., M.Sc.**, ibu **Fitryanti, S.Si., M.Sc.**, ibu **Sri Wahyuni, S.Si., M.Sc.**, ibu **Sri Zelviani, S.Si., M.Sc.**, ibu **Ria Rezki Hamsah, S.Pd., M.Pd.**, ibu **Hadiningsi S.E.**, bapak **Iswadi, S.Pd., M.Si.**,

dan dosen lainnya yang telah mencurahkan tenaga, pikiran serta bimbingannya dalam memberikan berbagai ilmu pengetahuan dalam mencari secercah cahaya Ilahi dalam sebuah pengetahuan di bangku kuliah dan staf administrasi jurusan Fisika.

5. Ibu **Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D.,** dan **Hernawati, S.Pd., M.Pfis.,** selaku pembimbing I dan pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikirannya dalam membimbing penulis sampai selesainya penyusunan Skripsi ini.
6. Bapak **Muh. Said L, S.Si., M.Pd.,** Ibu **Nurul Fuadi S.Si., M.Si.,** dan bapak **Dr. Moh. Sabri AR, M.Ag.,** Selaku penguji I, Penguji II dan penguji III yang senantiasa memberikan kritik dan saran demi kebaikan skripsi ini.
7. Bapak **Ahmad yani S.Si., Muhtar S.T.,** dan bapak **Abdul Mun'in S.T.,** sebagai laboran yang telah membantu kami dalam pengadaan alat penelitian.
8. Bapak **Prof. Imran** selaku kepala laboratorium politeknik negeri ujung pandang yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian.
9. Bapak dan Ibu pengurus akademik yang ada dalam lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi yang selalu siap dan sabar melayani penulis dalam pengurusan berkas akademik.
10. Bapak kepala perpustakaan pusat UIN Alauddin Makassar beserta stafnya yang selalu *berkhidmat* (melayani, menyediakan) referensi yang penulis butuhkan selama dalam penulisan skripsi ini.

11. Bapak **Andi Mansur, S.Hum.**, dan Ibu **Eni** yang memberikan tempat tinggal selama penulis menyusun skripsi ini sampai selesai.
12. Teman-teman organisasi daerah KPMKT (Keluarga Pelajar Mahasiswa Kalimantan Timur) beserta organda tingkat dua se-Kalimantan, khususnya Rahmi yang selalu siap sedia meminjamkan kendaraannya dan jasanya yang siap menemani tanpa pernah mengeluh sedikitpun.
13. Teman teman seperjuangan jurusan fisika fakultas sains dan teknologi yang telah memberikan semangat dan motifasinya.
14. Ucapan terima kasih kepada teman-teman kuliah kerja nyata desa kanreapia kecamatan tombolo pao kabupaten gowa atas semua canda tawa dan kebahagiaan yang telah kalian berikan.
15. Ucapan terima kasih juga kepada sahabat-sahabat seperjuangan dalam menapaki jenjang pendidikan yang sedikit banyak telah memberikan kritik konstruktif dan membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi ini, kepada teman-teman yang tidak mungkin penulis sebutkan namanya satu persatu mereka semua telah menjadi inspiratif kepada penulis secara tidak langsung.

Akhirnya, meskipun skripsi ini telah penulis usahakan semaksimal mungkin agar terhindar dari kekeliruan dan kelemahan, baik dari segi substansi dan metodologi, penulis dengan tangan terbuka menerima kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan isi.

Penulis mohon maaf atas judul yang berbunyi lebih bagus daripada isi. Demikian semoga apa yang ditulis dalam Skripsi ini di catat oleh Allah swt sebagai amal saleh.

Makassar, 22 November 2016

Penyusun,

**Ahmad Subhan**  
**60400112031**



## DAFTAR ISI

<b>JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Ruang Lingkup .....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
A. Dinding Beton .....	5
B. Dinding Beton .....	8
C. Temperatur (suhu).....	12

D. Panas (kalor).....	13
E. Konduktivitas Termal.....	22
F. Efek termal .....	25
G. Kenyamanan Termal .....	28
H. Pipa.....	32
I. Air .....	33
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	35
B. Alat dan Bahan.....	35
C. Metode Penelitian.....	36
D. Tabel Pengamatan dan Hasil Analisis.....	42
E. Diagram Alir Penelitian .....	43
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>45</b>
A. Desain Dinding Bangunan Berstruktur Pipa Berisi Air .....	45
B. Hubungan antara Volume Air dengan Suhu dalam Ruangan .....	47
C. Perhitungan Uji Tekan Mekanik Dinding.....	55
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>54</b>
A. Kesimpulan .....	54
B. Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>59</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>91</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Rasio Kuat Tekan Silinder-Kubus	11
2.2	Perbandingan Kuat Tekan antara Silinder dan Kubus	11
2.3	Kalor jenis beberapa bahan pada 25 °C.	15
2.4	Konduktivitas termal untuk beberapa bahan	24
2.5	Koefesien Muai Termal Beberapa Bahan	26
2.6	Koefesien ekspansi termal ( $\alpha$ ) beberapa bahan	27
2.7	Tetapan fisik air pada temperatur tertentu	34
4.3.1	Hasil pengukuran uji tekan	50

## **DAFTAR GAMBAR**

No. Gambar	Uraian Gambar	Halaman
2.1	Dinding batu merah	5
2.2	dinding baton	9
2.3	proses perpindahan kalor	13
2.4	Aliran Kalor pada ketebalan tertentu	18
2.5	Aliran Kalor pada penampang bidang datar	19
2.6	Perpindahan Panas Konduksi Satu Dimensi	19
2.7	Pipa air	32

## DAFTAR SIMBOL

No	Simbol Besaran	Uraian Simbol	Satuan
1.	$\Delta Q$	Alian kalor	(j)
2.	$\Delta t$	Waktu aliran kalor	(menit/sekon)
3.	$\Delta T$	Perubahan suhu	( $^{\circ}\text{C}$ )
4.	$T_1$	Temperatur awal	( $^{\circ}\text{C}$ )
5.	$T_2$	Temperatur akhir	( $^{\circ}\text{C}$ )
6.	$A$	Luas penampang	(m)
7.	$k$	Konduktivitas termal bahan	(W/m $^{\circ}\text{C}$ )
8.	$l$	Jarak	(m)
9.	$m$	Massa	(kg)
10.	$c$	Kalor jenis	(J/kg. $^{\circ}\text{C}$ )
11.	$H$	Laju aliran panas	(J/s)
12.	$p$	Tekanan	(Pa)
13.	$F$	Gaya	(N)

## **DAFTAR LAMPIRAN**

A. Lampiran Rumus.....	57
B. Lampiran Analisis Data Penelitian.....	63
C. Foto-Foto Pengambilan Data.....	77

## ABSTRAK

Nama Penyusun : Ahmad Subhan  
Nim : 60400112031  
Judul Skripsi : “Rancang bangun dinding berstruktur pipa berisi air sebagai penurun suhu ruangan”.

---

---

Skripsi ini membahas tentang perpindahan panas yaitu pengukuran suhu ruangan dan konduktivitas termal terhadap dinding yang berisi air dan dinding tanpa air (konvensional). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan suhu ruangan pada dinding yang berisi air dengan volume berbeda-beda dan dinding konvensional, dengan terlebih dahulu melakukan perhitungan terhadap nilai suhu dalam dan luar ruangan pada dinding yang berbeda. Kemudian melakukan perhitungan nilai kalor, kalor jenis dan konduktivitasnya. Pengukuran suhu dalam dan luar ruangan dilakukan setiap 60 menit pada pukul 09.00 s/d 17.00 wita perhari dalam waktu 5 hari pada cuaca terik matahari dengan nilai intensitas matahari terendah pada pukul 17.00 wita yaitu 552 lux dan nilai intensitas matahari tertinggi pada pukul 12.00 wita yaitu 1058 lux. Dalam penelitian ini terbukti bahwa peranan air dalam sistem penyerapan panas sangat berpengaruh. Suhu dinding yang diisi air lebih lambat meningkat dibanding dinding konvensional sehingga nilai perubahan suhu ruangnya juga akan berpengaruh yang nantinya akan mempengaruhi perhitungan nilai kalornya. Kenaikan suhu dalam ruangan terjadi dari pukul 09.00-13.00 wita dengan intensitas matahari tertinggi pada pukul 12.00 wita, suhu tertinggi terjadi pada dinding konvensional yaitu 36 °C dan terendah pada dinding dengan volume air 9,2 L yaitu 33,9 °C. Sedangkan penurunan suhu terjadi dari pukul 14.00-17.00 wita dengan intensitas matahari terendah pada pukul 17.00 wita, suhu tertinggi saat itu terjadi pada dinding konvensional yaitu 33,5 °C dan terendah pada dinding dengan volume air 5,6 L, 8 L dan 9,2 L yaitu 31,7°C. Adapun Nilai konduktivitas termal untuk dinding konvensional adalah 1,459 W/m°C sedangkan dinding berisi air adalah 1,411 W/m°C. Selanjutnya nilai kalor jenis dinding konvensional adalah 0,332 J/kg°C sedangkan dinding berisi air adalah 0,428 J/kg°C. Hal ini membuktikan bahwa dinding konvensional memiliki konduktivitas termal lebih besar dan sistem penyerapan energi panas (kalor jenis) lebih kecil dibandingkan dengan dinding berisi air.

Kata Kunci: *Suhu, Kalor, Kalor Jenis, Konduktivitas, Tekanan, Air, Dinding.*

## ABSTRACT

Name Authors : Ahmad Subhan  
Nim : 60400112031  
Thesis Title : "Design of structured wall pipes filled with water as lowering the temperature of the room".

---

This thesis discusses the heat transfer ie room temperature measurement and thermal conductivity of the walls were filled with water and without water walls (conventional). This study aimed to determine the effect of room temperature changes in the walls containing water with different volumes and conventional wall, by first calculating the value of indoor and outdoor temperature on different walls. Then calculating calorific value, the specific heat and conductivity. Measurement of the temperature inside and outside the room is done every 60 minutes starting at 09.00 s / d 17:00 wita daily within 5 days of the weather scorching sun with the intensity of the sun room at 17.00 wita is 552 lux and the intensity of peak sun at 12:00 wita ie 1058 lux. In this study proved that the role of water in the heat absorption system is very influential. Water-filled wall temperature increases more slowly than conventional wall so that the value of the room temperature changes will also affect which will affect the calculation of the value of kalornya. Indoor temperature rise occurs from 9:00 to 13:00 o'clock pm with the highest intensity of the sun at 12:00 wita, the highest temperature occurs in conventional wall is 36 °C and the lowest on the wall with a volume of 9.2 L that 33,9 °C. While the drop in temperature occurs from at 14:00 wita to 17:00 wita with the sun's intensity lows at 17.00 wita, the highest temperature when it occurs on the walls of conventional 33,5 °C and the lowest on the wall with a volume of 5.6 L, 8 L and 9.2 L namely 31,7 °C. The value of thermal conductivity for conventional wall is 1,459 W / M°C while the wall of water is 1,4118 W / M°C. Furthermore, the heating value of conventional wall types is 0,332 J / kg°C while the wall of water is 0,428 J / kg°C. This proves that the conventional wall has a greater thermal conductivity and thermal energy absorption system (specific heat) is smaller than the wall of water.

Keywords: *Temperature, Heat, Specific heat, Conductivity, Pressure, Water, Wall.*



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Dewasa ini pembangunan semakin pesat. Selain bangunan baru, rekonstruksi bangunan-bangunan yang telah ada pun semakin berkembang. Dari waktu ke waktu kualitas bangunan terus meningkat untuk memaksimalkan fungsi dan kenyamanan kegunaannya. Material-material bangunan yang digunakan pun terus mengalami kemajuan dalam hal fungsi dan karakteristiknya untuk mencapai sebuah bangunan yang sempurna, ramah lingkungan dan tahan terhadap bencana alam dan sebagainya.

Disisi lain suhu bumi semakin meningkat yang membuat suhu dalam ruanganpun terus meningkat, Lippsmeir (1994) menyatakan bahwa kenyamanan termal di sekitar daerah khatulistiwa adalah  $22,5^{\circ}\text{C} - 29^{\circ}\text{C}$  dengan kandungan kelembaban 20 % - 50 %. Membuat berkurangnya kenyamanan termal pengguna ruangan, yang akhirnya memaksa manusia untuk menggunakan alat pendingin ruangan yang merupakan salah satu faktor penyebab menipisnya lapisan ozon. Selain itu biaya yang digunakan untuk alat pendingin ruangan juga relatif mahal.

Maka upaya berdasarkan penjelasan di atas, perbaikan konstruksi bangunan yang diharapkan mampu menanggulangi suhu tinggi dari matahari serta terjangkau bagi masyarakat, salah satunya adalah material pembuat bangunan tersebut yang

diharapkan memiliki kelebihan fungsi tahan terhadap suhu tinggi, tahan api, ramah lingkungan dan ekonomis.

Penelitian terhadap kenyamanan termal ruangan telah dilakukan beberapa kali di beberapa tempat. Brick Industry Associate pada tahun 1999 pernah melakukan pengkajian terhadap dinding berongga yang ditujukan untuk mengalirkan/menguapkan kelembaban udara yang ada di dalam ruangan. Ratih Widiastuti dkk pada tahun 2014 juga pernah melakukan pengkajian terhadap dinding menggunakan *vertical garden* dengan mengkaji seberapa besar profil penurunan suhu permukaan dinding antara ruangan dengan *vertical garden* dan ruangan tanpa *vertical garden*.

Berdasarkan dari uraian di atas sehingga peneliti berkeinginan untuk mengkaji konstruksi bangunan yang lebih baik dengan judul “Rancang Bangun Dinding Bangunan Berstruktur Pipa Berisi Air sebagai Penurun Suhu Ruangan”.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain dinding bangunan berstruktur pipa berisi air?
2. Bagaimana pengaruh banyanya volume air terhadap suhu dalam ruangan pada dinding bangunan berstruktur pipa berisi air?
3. Bagaimana perbandingan kuat tekan dinding konvensional dan dinding berstruktur pipa berisi air?

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui desain dinding bangunan berstruktur pipa berisi air.
2. Mengetahui pengaruh banyanya volume air terhadap suhu dalam ruangan pada dinding bangunan berstruktur pipa berisi air.
3. Mengetahui perbandingan kuat tekan dinding konvensional dan dinding berstruktur pipa berisi air.

### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat pada penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memberi solusi cerdas kepada masyarakat dalam mengatasi *global warming* yang terus meningkat karena pengaruh penggunaan alat pendingin (AC) yang terlalu banyak.
2. Mengurangi pemakaian energi listrik yang digunakan untuk alat pendingin ruangan (AC).
3. Pengaplikasian dari teori perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi.

### **E. Ruang Lingkup**

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel dalam penelitian ini terdiri dari 8 buah dinding berukuran (55x35x11) cm dengan volume air yang berbeda.
2. Diameter pipa yang digunakan adalah 2 inci.
3. Banyaknya pipa yang digunakan dalam satu dinding adalah 2 pipa vertikal .

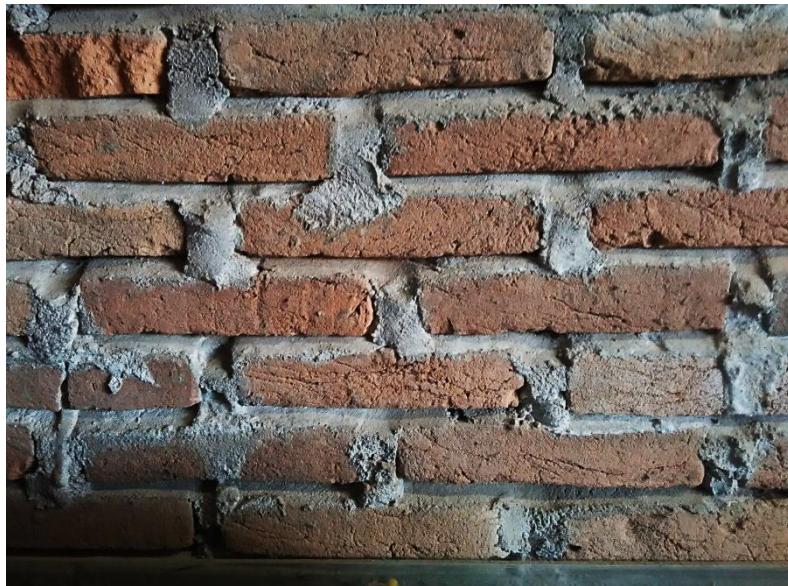
4. Panjang pipa adalah 33 cm.
5. Luas permukaan dari dinding adalah  $19,47 \text{ cm}^2$ .
6. Variabel yang akan diukur atau dihitung adalah nilai suhu ruang, suhu air, volume air, konduktivitas termal dinding dan kuat tekan dinding.
7. Komposisi campuran semen dan pasir dinding adalah 1 semen : 3 pasir.
8. Semen dikerengkan hingga permukaannya tak lagi lembab ( $\pm 14$  hari).
9. Pengujian kuat tekan dinding dilakukan di laboratoium Mekanik Balai Besar Hasil Industri Makassar.
10. Pengambilan data untuk variabel suhu ruang, suhu air dan konduktivitas termal dinding dilakukan di lapangan ruang terbuka.
11. Jarak pengukuran nilai intensitas cahaya matahari adalah 1 meter di atas permukaan tanah.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Dinding

Dinding adalah suatu struktur padat yang membatasi dan kadang melindungi suatu area. Umumnya, dinding membatasi suatu bangunan dan menyokong struktur lainnya, membatasi ruang dalam bangunan menjadi ruangan-ruangan, atau melindungi atau membatasi suatu ruang di alam terbuka. Tiga jenis utama dinding adalah dinding bangunan, dinding pembatas (*boundary*), serta dinding penahan (*retaining*).



Gambar 2.1 dinding batu merah

Dinding bangunan memiliki dua fungsi utama, yaitu menyokong atap dan langit-langit, membagi ruangan, serta melindungi terhadap intrusi dan cuaca. Dinding pembatas mencakup dinding privasi, dinding penanda batas, serta dinding kota. Dinding jenis ini kadang sulit dibedakan dengan pagar. Dinding penahan berfungsi sebagai penghadang gerakan tanah, batuan, atau air dan dapat berupa bagian eksternal ataupun internal suatu bangunan (Redaksi Griya Kreasi, 2008).

Menurut Wikipedia (2015), Jenis-jenis Dinding bangunan pada umumnya yaitu sebagai berikut:

- a) Dinding Partisi : Dinding ringan yang memisahkan antar ruang dalam. Terbuat dari gypsum, fiber, tripleks atau Duplex
- b) Dinding Pembatas : Untuk menandakan batas lahan atau bisa disebut dinding Privasi
- c) Dinding Penahan : Digunakan pada tanah yang berkontur dan dibutuhkan struktur tambahan untuk menahan tekanan tanah.
- d) Dinding Struktural : Untuk menopang atap dan sama sekali tidak menggunakan cor beton untuk kolom. Konstruksinya 100 % mengandalkan pasangan batubata dan semen
- e) Dinding Non-Struktural : Dinding yang tidak menopang beban, hanya sebagai pembatas apabila dinding di robohkan, maka bangunan tetap berdiri. beberapa material dinding non-struktural diantaranya seperti batu bata, batako, bata ringan, kayu dan kaca.

Menurut Imelda Akmal (2009), dilihat dari macamnya, dinding dapat digolongkan menjadi 3 bagian, yaitu:

a) Dinding Interior

Dinding Interior adalah dinding yang dipakai di dalam ruangan. Ada pemilik rumah yang menginginkan rumahnya memiliki dinding permanen atau dinding *massive*, ada juga pemilik yang menggunakan dinding bangunan yang mudah seperti menggunakan partisi. Dinding partisi ini merupakan sekat pembatas yang dapat diangkat atau dipindahkan.

b) Dinding Exterior

Dinding Exterior adalah dinding yang letaknya di luar ruangan. Karena terletak di luar ruangan maka dinding exterior harus kuat, indah, dan tahan cuaca, terutama disesuaikan dengan cuaca daerah sekitar. Disebut harus kuat karena dinding exterior tersebut mengalami kontak langsung dengan kondisi lingkungan seperti perubahan cuaca. Di daerah yang sering terjadi gempa, sering hujan, dan tingkat cuaca panasnya tinggi, pemilihan jenis materialnya untuk dinding sangat berpengaruh terhadap kekuatan dinding tersebut. Sementara itu, disebut indah karena penampakan dari luar akan menjadi nilai tambah pada sebuah rumah atau bangunan bila penampilannya indah.

c) Dinding Fungsi Khusus

Dinding mempunyai fungsi khusus, tentu jenisnya disesuaikan dengan fungsi yang harus diembannya. Misalnya dinding kedap suara, tentu dinding tersebut

harus terbuat dari bahan akustik yang disesuaikan dengan tingkat ambang kebisingan yang dapat ditoleran.

Menurut Imelda Akmal (2009), dilihat berdasarkan nilai kenyamanan, nilai kesehatan, dan nilai keamanan, maka fungsi dari dinding antara lain:

- a) Sebagai pemisah antar ruangan
- b) Sebagai pemisah ruang yang bersifat pribadi, dan bersifat umum
- c) Sebagai penahan cahaya, angin, hujan, banjir, dan lain-lain yang bersumber dari alam.
- d) Sebagai pembatas dan penahan struktur (untuk fungsi tertentu seperti dinding *lift*, *reservoir*, dan lain-lain)
- e) Sebagai penahan kebisingan untuk ruang yang memerlukan ambang kekedapan suara tertentu seperti studio rekaman atau studio siaran.
- f) Sebagai penahan radiasi sinar atau zat-zat tertentu seperti pada ruang radiologi, ruang operasi, laboratorium, dan lain-lain.
- g) Sebagai fungsi artistik tertentu dan penyimpanan surat-surat berharga seperti brankas di bank dan lain-lain.

## **B. Dinding Beton**

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusun yang terdiri dari bahan semen hidrolik (porland cement), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (admixture atau additive). Dalam usaha untuk memahami karakteristik bahan penyusun campuran beton sebagai dasar perancangan beton, Departemen Pekerjaan Umum melalui LPMB banyak mempublikasikan standar-standar yang berlaku. DPU-LPMB



memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen porland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk massa padat (Mulyono, 2004 dan SK.SNI T-15-1990-03).



Gambar 2.2 dinding baton

Sumber: <http://olx.co.id/iklan/beton-untuk-dinding-IDbb5WT.html>

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan dinding beton adalah: Kualitas semen, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat, interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton, penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton, perawatan beton, dan kandungan klorida tidak melebihi 0.15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak diekspos (Nawy, 1985).

Dinding beton yang digunakan pada rumah tinggal atau untuk penggunaan beton dengan kekuatan tekan tidak melebihi 10 Mpa boleh digunakan campuran 1

semen: 2 pasir: 3 batu pecah (batu merah) dengan slump untuk mengukur kemudahan pengerjaannya tidak lebih dari 100 mm. Pengerjaan beton dengan kekuatan tekan hingga 20 Mpa boleh menggunakan penakaran volume, tetapi pengerjaannya harus menggunakan campuran berat (SK.SNI T-15-1990-03).

Tiga kinerja yang dibutuhkan dalam pembuatan dinding beton adalah (STP 169 °C, Concrete and concrete making materials): 1). Memenuhi kriteria konstruksi yaitu dapat dengan mudah dikerjakan dan dibentuk serta mempunyai nilai ekonomis, 2). Kekuatan tekan, dan 3). Durabilitas atau keawetan (Mulyono, 2004).

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama dinding beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan dinding beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Secara matematis besarnya kuat tekan suatu bahan.

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Dimana:

$P$  = Tekanan pada permukaan dinding (Pa)

$F$  = Gaya yang diberikan pada permukaan dinding (N)

$A$  = Luas permukaan dinding ( $m^2$ )

Satuan SI untuk tekanan adalah  $N/m^2$ . Satuan ini mempunyai nama resmi pascal(Pa) untuk menghormati Blaise Pascal,  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$  (Tata Surdia, 1984).

Walaupun dalam dinding beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh dinding tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji

berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 Part 115; Part 116 pada umur 28 hari.

Kekuatan tekan relatif antara benda uji silinder dan kubus ditunjukkan pada tabel 2.1 dan tabel 2.2 (menurut standar ISO).

Tabel 2.1. Rasio Kuat Tekan Silinder-Kubus

Kuat Tekan (Mpa)	7.00	15.20	20.00	24.10	26.20	34.50	36.50	40.70	44.10	50.30
Kuat Rasio Silinder/Kubus	0.76	0.77	0.81	0.87	0.91	0.94	0.87	0.92	0.91	0.96

(Sumber: Neville, "properties of concrete", 3<sup>rd</sup> Edition, Pitman Publishing, London, 1981, p.544)

Tabel 2.2. Perbandingan Kuat Tekan antara Silinder dan Kubus

Kuat Tekan Silinder (Mpa)	2	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Kuat Tekan Kubus (Mpa)	2.5	5	7.5	10	12.5	15	20	25	30	35	40	45	50	55

(Sumber: ISO Standard 3893-1977)

Nilai kuat tekan dinding beton dengan kuat tariknya tidak berbanding lurus. Setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya. Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9 %-15 % kuat tekannya. Pendekatan hitungan biasanya dilakukan dengan menggunakan *modulus of rupture*, yaitu tegangan tarik dinding beton yang muncul pada saat pengujian tekan beton normal (*normal concrete*). Dinding tersebut didefinisikan sebagai dinding yang ditulangi dengan luas dan jumlah yang tidak kurang dari jumlah

minimum yang disyaratkan dalam pedoman perencanaan, dengan atau tanpa pratekan, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerjasama dalam menahan gaya yang bekerja (SKBI.1.4.53 1989:4).

### **C. Temperatur (suhu)**

Temperatur adalah ukuran panas atau dinginnya suatu benda. Lebih tepatnya temperatur merupakan ukuran energi kinetik molekuler internal rata-rata sebuah benda. Sebagian dari sifat fisis benda akan berubah ketika dipanaskan atau didinginkan. Sifat fisis yang berubah dengan temperatur dinamakan sifat termometrik. Perubahan sifat termometrik menunjukkan perubahan temperatur benda tersebut (Tipler, 1998).

Alat-alat yang dirancang untuk mengukur temperatur disebut termometer. Ada banyak jenis termometer, tapi cara kerjanya selalu bergantung pada beberapa sifat materi yang berubah terhadap temperatur. Untuk mengukur secara kuantitatif, perlu didefinisikan semacam skala numerik. Skala yang paling banyak dipakai sekarang adalah skala Celcius, kadang disebut skala Centigrade. Di Amerika Serikat skala Fahrenheit juga umum. Skala yang paling penting dalam sains adalah skala absolut, atau Kelvin (Giancoli, 2001).

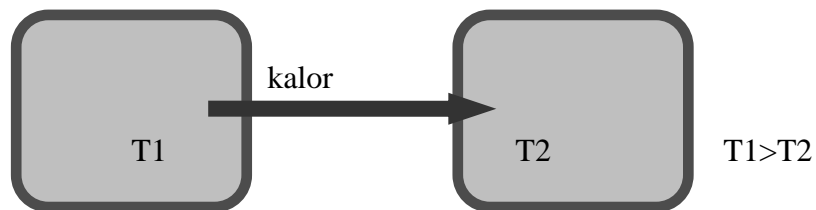
Ilmu yang mempelajari tentang temperatur, panas dan pertukaran energi disebut termodinamika. Hukum yang sering digunakan dalam menghitung nilai temperatur adalah hukum ke-nol termodinamika yang berbunyi “jika dua benda berada dalam kesetimbangan termal dengan benda ketiga, maka ketiga benda tersebut berada dalam kesetimbangan termal satu sama lain (Tipler, 1998). Kestimbangan

termal adalah keadaan dimana ketika dua benda yang berbeda temperaturnya saling memindahkan energi hingga akhirnya keduanya memiliki temperatur yang sama (Giancoli, 2001).

#### **D. Panas (kalor)**

Panas, bahang, atau kalor adalah energi yang berpindah akibat perbedaan suhu. Satuan SI untuk panas adalah joule. Panas bergerak dari daerah bersuhu tinggi ke daerah bersuhu rendah (Alonso, 1992).

Ketika dua benda dengan suhu berbeda bergandengan, mereka akan bertukar energi panas sampai suhu kedua benda tersebut seimbang. Jumlah energi yang disalurkan adalah jumlah energi yang tertukar. Panas berhubungan langsung dengan pertukaran energi internal dan kerja yang dilakukan oleh sistem (Alonso, 1992).



Gambar 2.3 proses perpindahan kalor

Sumber: Alonso, M dan E.J.Finn, 1992

#### **1. Kalor dan Energi Termal**

Ada suatu perbedaan antara kalor (heat) dan energi dalam (termis) dari suatu bahan. Kalor hanya digunakan bila menjelaskan perpindahan energi dari satu tempat ke yang lain. Kalor adalah energi yang dipindahkan akibat adanya perbedaan

temperatur. Sedangkan energi dalam (termis) adalah energi karena temperaturnya (Chew, 2003).

Satuan kalor adalah kalori dimana, 1 kalori adalah kalor yang diperlukan untuk menaikkan temperatur 1 gr air dari 14,5 °C menjadi 15,5 °C. Dalam sistem British, 1 Btu (British Thermal Unit) adalah kalor untuk menaikkan temperatur 1 lb air dari 63 °F menjadi 64 °F.

$$1 \text{ kal} = 4,186 \text{ J} = 3,968 \times 10^{-3} \text{ Btu}$$

$$1 \text{ J} = 0,2389 \text{ kal} = 9,478 \times 10^{-4} \text{ Btu}$$

$$1 \text{ Btu} = 1055 \text{ J} = 252,0 \text{ kal}$$

Dari konsep energi mekanik diperoleh bahwa bila gesekan terjadi pada sistem mekanis, ada energi mekanis yang hilang. Dan dari eksperimen diperoleh bahwa energi yang hilang tersebut berubah menjadi energi termal. Dari eksperimen yang dilakukan oleh Joule (aktif penelitian pada tahun 1837-1847) diperoleh kesetaraan mekanis dari kalor :

$$1 \text{ kal} = 4,186 \text{ joule}$$

Kapasitas kalor (°C) : jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan temperatur dari suatu sampel bahan sebesar 1 °C.

$$\Delta Q = C \Delta T \tag{2.2}$$

Kapasitas panas dari beberapa benda sebanding dengan massanya, maka lebih mudah bila didefinisikan kalor jenis,  $c$  :

Kalor jenis,  $c$  : jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan temperatur dari 1 gr massa bahan sebesar 1 °C.

$$\Delta Q = m c \Delta T \quad (2.3)$$

dimana,  $\Delta T = T_1 - T_2$

$$\text{Bila harga } c \text{ tidak konstan : } Q = \int m c \, dT \quad (2.4)$$

Catatan : untuk gas kalor jenis biasanya dinyatakan untuk satu mol bahan, dsb  
kalor jenis molar,

$$\Delta Q = n c \Delta T \quad (2.5)$$

Tabel 2.3. Kalor jenis beberapa bahan pada 25 °C.

Bahan	$c$ (kal/gr. °C)	Bahan	$c$ (kal/gr. °C)
Aluminium	0,215	Kuningan	0,092
Tembaga	0,0924	Kayu	0,41
Emas	0,0308	Glass	0,200
Besi	0,107	Es (-5 °C)	0,50
Timbal	0,0305	Alkohol	0,58
Perak	0,056	Air Raksa	0,033
Silikon	0,056	Air (15 °C)	1,00

Sumber: <http://faculty.petra.ac.id/herisw/fisika1/13-kalor.doc>.

Bahan	c (J/kg. °C)	Bahan	c (J/kg. °C)
Aluminium	900	Air	4180
Tembaga	390	Kayu	1700
Emas	126	Glass	840
Besi	450	Es	2100
Timbal	130	Alkohol	2400
Perak	230	Air Raksa	140

Sumber: <http://kimia.upi.edu/utama/bahanajar/kuliah-web/2009/kalorjenis.htm>.

Suatu bahan biasanya mengalami perubahan temperatur bila terjadi perpindahan kalor antara bahan dengan lingkungannya. Pada suatu situasi tertentu, asliran kalor ini tidak merubah temperaturnya. Hal ini terjadi bila bahan mengalami perubahan fasa. Misalnya padat menjadi cair (mencair), cair menjadi uap (mendidih) dan perubahan struktur kristal (zat padat). Energi yang diperlukan disebut kalor transformasi (Chew, 2003).

## 2. Perpindahan Kalor

Bila dua benda atau lebih terjadi kontak termal maka akan terjadi aliran kalor dari benda yang bertemperatur lebih tinggi ke benda yang bertemperatur lebih rendah, hingga tercapainya kesetimbangan termal (Alonso, 1992).

Perlu dibedakan antara kandungan kalor suatu bahan. Temperatur adalah level aktivitas mengenal tiga cara perpindahan yaitu konduksi (hantaran), konveksi dan radiasi (sinaran). Disini kita menyelidiki peristiwa berlangsungnya perpindahan panas



itu. Kalau dianggap perpindahan kalor berlangsung secara mengalir analogi dengan aliran listrik atau aliran fluida, maka aliran kalor itu disebut arus kalor/panas. Didefinisikan arus panas ini sebagai jumlah tenaga panas persatuan waktu atau daya panas melalui penampang tegak lurus kepada arah arus. Oleh sebab itu, arus panas rata-rata adalah

$$H_{\text{rata-rata}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (2.6)$$

Dengan :

$H$  sebagai arus panas (J/s)

$\Delta Q$  sebagai perubahan kalor (joule)

$\Delta t$  sebagai waktu perpindahan panas yang dipandang (s)

Karena arus kalor/panas dapat berubah-berubah menurut waktu, maka arus panas pada setiap saat adalah

$$H = \lim_{\Delta t \rightarrow \infty} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (2.7)$$

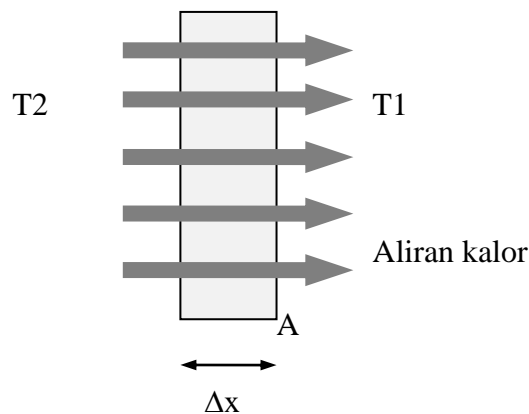
Perpindahan kalor dapat diketahui melalui perubahan temperatur. Oleh karena itu perlu ditentukan hubungan antara arus kalor dan perubahan atau perbedaan temperatur.

Proses perpindahan panas ini berlangsung dalam 3 mekanisme, yaitu : konduksi, konveksi dan radiasi (Alonso, 1992).

a) Konduksi

Proses perpindahan kalor secara konduksi bila dilihat secara atomik merupakan pertukaran energi kinetik antar molekul (atom), dimana partikel yang energinya rendah dapat meningkat dengan menumbuk partikel dengan energi yang lebih tinggi (Chew, 2003).

Sebelum dipanaskan atom dan elektron dari logam bergetar pada posisi setimbang. Pada ujung logam mulai dipanaskan, pada bagian ini atom dan elektron bergetar dengan amplitudo yang makin membesar. Selanjutnya bertumbukan dengan atom dan elektron disekitarnya dan memindahkan sebagian energinya. Kejadian ini berlanjut hingga pada atom dan elektron di ujung logam yang satunya. Konduksi terjadi melalui getaran dan gerakan elektron bebas (Chew, 2003).



Gambar 2.4 Aliran Kalor pada ketebalan tertentu

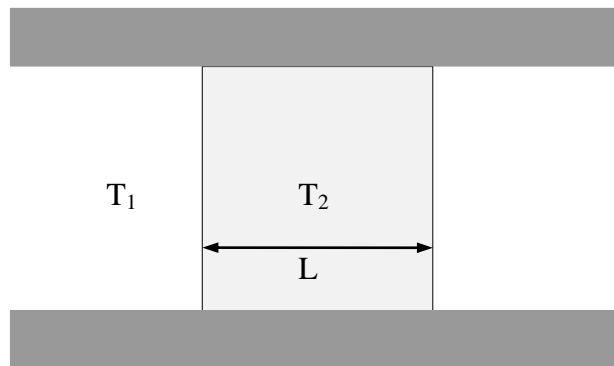
Sumber: Chew, Charles and Leong See Cheng, 2003

Menurut Chew (2003), Bila  $T_2$  dan  $T_1$  dipertahankan terus besarnya, maka kesetimbangan termal tidak akan pernah tercapai, dan dalam keadaan mantap/tunak (steady state), kalor yang mengalir persatuan waktu sebanding dengan luas penampang

A, sebanding dengan perbedaan temperatur  $\Delta T$  dan berbanding terbalik dengan lebar bidang  $\Delta x$ .

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = A \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (2.8)$$

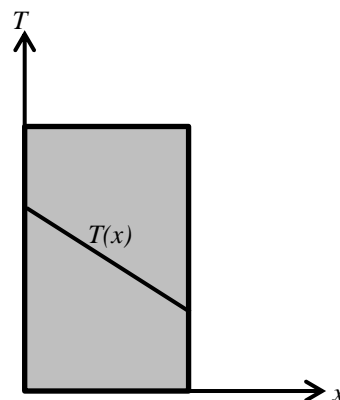
Untuk penampang berupa bidang datar :



Gambar 2.5 Aliran Kalor pada penampang bidang datar

Sumber: Chew, Charles and Leong See Cheng, 2003

Menurut Incropera & David (1987), Untuk konduksi persamaan perpindahan kalor tersebut dikenal dengan hukum fourier untuk dinding datar satu dimensi dan arahnya seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar 2.6 Perpindahan Panas Konduksi Satu Dimensi

Sumber: Incropera & David, 1987

Hukum fourier yang merupakan presentasi persamaan laju perpindahan kalor konduksi  $q$  berasal dari fenomena fisik. Laju perpindahan kalor konduksi suatu bahan berbanding lurus dengan beda temperatur, seperti ditunjukkan pada persamaan di bawah ini :

$$q \propto A \frac{\Delta T}{\Delta t} \quad (2.9)$$

Dalam hal ini :

$A$  sebagai luas penampang yang dilewati kalor (konstan)  $m^2$

$\Delta T = T_1 - T_2$  ( $^{\circ}C$ )

$\Delta t$  sebagai waktu (menit)

Apabila pada persamaan tersebut dimasukkan koefisien yang terkait dengan sifat bahan ( $k$ ) maka persamaan 1 menjadi :

$$Q = -kA \frac{\Delta T}{dx} \quad (2.10)$$

#### b) Konveksi

Apabila kalor berpindah dengan cara gerakan partikel yang telah dipanaskan dikatakan perpindahan kalor secara konveksi. Bila perpindahannya dikarenakan perbedaan kerapatan disebut konveksi alami (natural convection) dan bila didorong, misal dengan fan atau pompa disebut konveksi paksa (forced convection) (Chew, 2003).

Menurut Chew (2003), Besarnya konveksi tergantung pada :

- 1) Luas permukaan benda yang bersinggungan dengan fluida ( $A$ ).
- 2) Perbedaan suhu antara permukaan benda dengan fluida ( $\Delta T$ ).

3) koefisien konveksi ( $h$ ), yang tergantung pada :

- Viskositas fluida
- Kecepatan fluida
- Perbedaan temperatur antara permukaan dan fluida
- Kapasitas panas fluida
- Rapat massa fluida
- Bentuk permukaan kontak

c) Radiasi

Pada proses radiasi, energi termis diubah menjadi energi radiasi. Energi ini termuat dalam gelombang elektromagnetik, khususnya daerah inframerah (700 nm - 100  $\mu$ m). Saat gelombang elektromagnetik tersebut berinteraksi dengan materi energi radiasi berubah menjadi energi termal (Chew, 2003).

### **E. Konduktivitas Termal**

Konduktivitas atau keterhantaran termal,  $k$ , adalah suatu besaran intensif bahan yang menunjukkan kemampuannya untuk menghantarkan panas. Proses penghantaran panas terjadimelalui media material yang diukur konduktivitasnya (Mulya, 2014).

Konduktivitas bahan termal merupakan sifat termofisik yang berupa sifat trnspor untuk transfer kalor. Konduktivitas termal merupakan suatu nilai konstanta dari suatu bahan yang menunjukkan kemampuan untuk mentransfer kalor dan dapat memberikan keterangan ketahanan panas dari suatu benda. Persamaan Fourier

merupakan persamaan dasar tentang konduktivitas termal, yang mana dengan persamaan tersebut dapat dilakukan perhitungan dalam percobaan untuk menentukan konduktivitas termal suatu benda. Nilai konduktivitas termal menunjukkan seberapa cepat kalor mengalir dalam bahan tertentu.

Arus panas berbanding lurus dengan luas penampang A dan perbedaan suhu ( $T_1 - T_2$ ) dan berbanding terbalik dengan tebal d. Dengan mendefinisikan konstanta proporsional k yang disebut konduktivitas termal (*thermal conductivity*) bahan atau ditemukan dari percobaan bahwa aliran kalor  $\Delta Q$  per selang waktu  $\Delta t$  dinyatakan oleh hubungan :

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \frac{T_1 - T_2}{d} \quad (2.11)$$

Dengan :

$\Delta Q$  = Perpindahan Kalor (joule)

A = Luas penampang ( $m^2$ )

d = ketebalan bahan (m)

k = Konduktivitas termal ( $W/m^\circ C$ )

H = Hantaran kalor (watt)

$T_1$  = Suhu luar ( $^\circ C$ )

$T_2$  = Suhu dalam ( $^\circ C$ )

Kuantitas  $\frac{T_1 - T_2}{d}$  adalah perbedaan suhu *per satuan panjang* disebut sebagai

besar dari gradien suhu (*temperature gradient*). Harga numerik dari k tergantung

pada bahan batang. Bahan dengan  $k$  yang besar adalah konduktor panas yang baik. Bahan dengan  $k$  yang kecil adalah konduktor yang buruk atau isolator. Persamaan 2.11 juga memberikan arus panas melalui lapisan atau melalui benda homogen apapun dengan luas penampang yang merata  $A$  yang tegak lurus terhadap aliran,  $d$  adalah ketebalan dari bahan material. Satuan arus panas  $H$  adalah satuan energi per waktu atau daya, satuan SI dari arus panas watt ( $1 \text{ watt} = 1 \text{ J/s}$ ).

Jika suhu bervariasi secara tidak merata di sepanjang batang konduktor, dapat didefinisikan sumbu  $x$  secara memanjang dan membuat gradien suhu secara umum sebagai  $dT/dx$ . Generalisasi yang berhubungan dengan persamaan II.1 adalah

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = -kA \frac{dT}{dx} \quad (2.12)$$

Tanda negatif selalu menunjukkan bahwa panas selalu mengalir ke arah suhu yang lebih rendah. Koefisien konduktivitas termal  $k$  didefinisikan sebagai laju panas pada suatu benda dengan satu gradient temperatur. Nilai konduktivitas termal penting untuk menentukan jenis penghantar yaitu konduksi panas yang baik dan penghantar panas yang tidak baik.

Nilai konduktivitas termal suatu material dapat ditentukan melalui pengukuran tak langsung. Dengan melakukan pengukuran secara langsung terhadap beberapa besaran lain, maka nilai konduktivitas termal secara umum dapat ditentukan melalui persamaan:

$$k = \frac{Q}{t} \times \frac{L}{A \times \Delta T} \quad (2.13)$$

Dimana:

$k$  = Konduktivitas termal

$\frac{Q}{t}$  = Laju aliran panas

$L$  = Jarak

$A$  = Luas

$\Delta T$  = Perbedaan Suhu

Persamaan (2.13) merupakan persamaan dasar tentang konduktivitas termal. Besaran ini didefinisikan sebagai panas ( $Q$ ) yang dihantarkan selama waktu ( $t$ ) melalui ketebalan ( $L$ ), dengan arah normal ke permukaan dengan luas ( $A$ ) yang disebabkan oleh perbedaan suhu ( $\Delta T$ ) dalam kondisi tunak dan jika perpindahan panas hanya tergantung dengan perbedaan suhu tersebut (J.P. Holman dan E. Jasjfi, 1997: 6).

Tabel 2.4 : Konduktivitas termal untuk beberapa bahan :

Bahan	$k$ (W/m. °C)	Bahan	$k$ (W/m. °C)
Aluminium	238	Asbestos	0,08
Tembaga	397	Concrete	0,8
Emas	314	Gelas	0,8
Besi	79,5	Karet	0,2
Timbal	34,7	air	0,6
Perak	427	kayu	0,08
Beton	1,440	udara	0,0234
Batako	0,339	Batubata biasa	0,806- 1,470

Sumber : Chew (2003) dan Fisika Bangunan 2 Edisi 1 (Prasasto Satwiko, 2004).



## F. Efek termal

Beban luar bukanlah satu-satunya sumber tegangan dan regangan di suatu struktur. Perubahan temperatur menyebabkan ekspansi atau kontraksi bahan, sehingga terjadi regangan termal dan tegangan termal (Gere dan Stephen, 2000).

Pada umumnya jika temperatur sebuah benda baik itu padatan, cairan atau gas naik maka benda akan memuai (mengembang), kecuali untuk air pada kenaikan temperatur 0 °C hingga 4 °C justru menyusut dan bukan mengembang, gejala ini disebut anomali air. Jika benda tersebut berupa padatan dengan panjang awal  $L_0$  pada temperatur  $T_0$ , maka jika temperatur naik menjadi  $T$ , benda padat akan bertambah panjang menjadi  $L$  dengan persamaan:

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \Delta T \quad (2.14)$$

Konstanta  $\alpha$  dinamakan koefisien pemuaian linear (koefisien muai panjang) yang nilainya berbeda untuk tiap zat (Ishaq, 2006).

Tabel 2.5. Koefisien Muai Termal Beberapa Bahan

Bahan	Koefisien muai linear $\alpha$ ( $10^{-6}$ 1/K)
Aluminium	24
Baja	11
Karbon (intan dan grafit)	1,2 dan 7,9
Kuningan	19
Tembaga	17
Es	51

Sumber: (Ishaq, 2006).

Apabila bahan dipanaskan, setiap elemen di bahan mengalami regangan termal di segala arah, sehingga dimensi blok bertambah. Pada kebanyakan bahan, regangan termal  $\varepsilon_T$  sebanding dengan perubahan temperatur  $\Delta T$ ; jadi,

$$\varepsilon_T = \alpha (\Delta T) \quad (2.15)$$

Dimana  $\alpha$  adalah besaran bahan yang disebut koefisien ekspansi termal. Karena regangan merupakan besaran yang tak berdimensi, maka koefisien ekspansi termal mempunyai satuan yang sama dengan kebalikan perubahan temperatur. Dalam satuan SI, dimensi  $\alpha$  dapat dinyatakan dalam  $1/K$  (kebalikan kelvin) atau  $1/^\circ C$  (kebalikan derajat Celcius). Harga  $\alpha$  untuk kedua kasus sama karena perubahan secara numerik sama untuk Kelvin dan derajat Celcius. Dalam satuan USCS, dimensi  $\alpha$  adalah  $1/^\circ F$  (kebalikan derajat Fahrenheit). Harga  $\alpha$  yang khas dicantumkan dalam Tabel 2.6 (Gere dan Stephen, 2000).

Tabel 2.6. Koefisien ekspansi termal ( $\alpha$ ) beberapa bahan

Bahan	Koefisien ekspansi termal ( $\alpha$ )	
	KSI	GPa
Paduan Aluminium	13	23
Kuningan	10,6-11,8	19,1-21,2
Perunggu	9,9-11,6	18-21
Besi Tuang	5,5-6,6	9,9-12
Beton	4-8	7-14
Tembaga dan Paduannya	9,2-9,8	16,6-17,6

Gelas	3-6	5-11
Paduan Magnesium	14,5-16,0	26,1-28,8
Monel	7,7	14
Nikel	7,2	13
Plastik		
Nilon	40-80	70-140
Polietilen	80-160	140-290
Batu	3-5	5-9
Karet	70-110	130-200
Baja	5,5-9,9	10-18
Kekuatan-tinggi	8,0	14
Tahan karat	9,6	17
Struktural	6,5	12
Paduan Titanium	4,5-6,0	8,1-11
Tungsten	2,4	4,3

Sumber: (Gere dan Stephen, 2000).

### **G. Kenyamanan Termal**

Menurut standar 55-1992 ASHRAE (American society of heating, refrigerating and air conditioning engineers), kenyamanan termal(thermal comfort) adalah keadaan pikiran manusia yang mengekspresikan kepuasan terhadap

lingkungan sekitar. Kenyamanan ini dirasakan tubuh bila terdapat keseimbangan termal dimana panas yang dihasilkan tubuh setara dengan pelepasan dan perolehan panas pada tubuh (Latifah, 2015).

Sebagaimana firman Allah SWT.dalam al-Qur'an:

فِي سَمُومٍ وَحَمِيمٍ ﴿٤٢﴾ وَظِلٍّ مِّنْ تَحْمُومٍ ﴿٤٣﴾ لَا بَارِدٍ وَلَا كَرِيمٍ ﴿٤٤﴾

Terjemah-Nya:

*42) dalam (siksaan) angin yang amat panas, dan air panas yang mendidih, 43) dan dalam naungan asap yang hitam. 44) tidak sejuk dan tidak menyenangkan (Al-Waqi'ah : 42 – 44).*

Fii samuumin (“Dalam angin yang sangat panas”) maksudnya udara yang sangat panas membara. Wa hamiim (“dan air yang mendidih”) yakni air yang sangat panas. Wa dhillim miy yahmuum (“dan dalam naungan asap yang hitam”) Ibnu ‘Abbas menafsirkan: “Yakni berada di bawah naungan asap.” Hal yang sama juga dikemukakan oleh Mujahid, ‘Ikrimah, Abu Shalih, Qatadah, as-Suddi, dan lain-lain. Oleh karena itu dalam surah al-Waaqi,ah Allah berfirman: wa dhillim miy yahmuum (“Dan dalam naungan asap yang hitam”) yakni asap hitam. Laa baaridiw walaa kariim (“Tidak sejuk dan tidak menyenangkan”) maksudnya bukan tiupan yang baik dan bukan pula pemandangan yang indah. Sebagaimana yang dikatakan oleh al-Hasan dan Qatadah: wa laa kariim (“dan tidak menyenangkan”) yakni bukan suatu pemandangan yang menyenangkan. adh-Dhahhak mengatakan: “Setiap minuman yang tidak tawar dan tidak pula menyegarkan.” (Ibnu Katsir, 2006).

Menurut penulis, ayat di atas menjelaskan tentang adzab dari Allah SWT Kepada manusia berupa angin dan air yang sangat panas akibat dari kedurhakaan manusia yang mendustakan agama Allah SWT. Suhu yang sangat panas merupakan sesuatu yang sangat berpengaruh dalam kehidupan manusia, dan biasanya mengakibatkan terganggunya aktivitas dan ketidaknyamanan dalam kehidupan sehari-hari. Maka perlu dicari solusi agar suhu itu dapat diminimalis agar tercipta kenyamanan terhadap manusia.

Selain itu, dalam ilmu kosmologi islam digambarkan bahwa Al-Quran memperlakukan seluruh apa yang diciptakan sebagai tanda (*sign*), ayat. Hal ini termasuk alam semesta dan semua yang ada di dalamnya. Menurut definisinya, ayat merujuk kepada sesuatu selain dirinya sendiri. Dengan demikian, jika dilihat dari perspektif Al-Quran, alam semesta dan semua yang ada di dalamnya merupakan tanda-tanda Sang Pencipta yang diciptakan melalui perintah sederhana: Jadilah (*be, kun*) (QS. 36:82).

Kosmologi islam menjelaskan tentang evolusi dan struktur alam semesta yang teratur. Misalnya, bagaimana alam ini terbentuk, komposisi alam ini hingga yang akan terjadi pada alam ini kedepannya.

Sebagaimana firman Allah SWT.dalam al-Qur'an:

أَوَلَمْ يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا ۖ وَجَعَلْنَا مِنَ  
الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٢٤﴾

Terjemah-Nya:

*30) dan Apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya. dan dari air Kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka Mengapakah mereka tiada juga beriman?(Al-Anbiyaa': 30).*

Ayat di atas menjelaskan tentang kenabian. Iaawali dengan uraian tentang dekatnya hari kiamat dan keberpalingan manusia dari ajakan kebenaran. Ayat ini termasuk dalam pengelompokan ayat (ayat 21-33 QS. al-Anbiyaa') yang berbicara tentang bukti keesaan Allah dan kuasa-Nya. Setelah pada ayat sebelumnya mengemukakan tentang berbagai argumen tentang keesaan Allah baik yang bersifat aqli maupun naqli, yakni yang bersumber dari kitab-kitab suci, maka kini kaum musyrik diajak untuk menggunakan nalar mereka guna sampai pada kesimpulan yang sama dengan apa yang dikemukakan itu. Kata *ratqan* dari segi bahasa berarti terpadu atau tertutup sedang *fafataqnaahumaa* terambil dari kata *fataqa* yang berarti terbelah/terpisah. Ibnu 'Abbas menyatakan bahwa Allah memisahkan keduanya dan Dia mengangkat langit ke posisi di mana ia berada sedang Bumi tetap pada tempatnya. Ka'ab mengatakan bahwa Allah menciptakan langit yang padu lalu Ia menciptakan udara yang dihembuskan ke tengah-tengah keduanya sehingga keduanya terpisah.

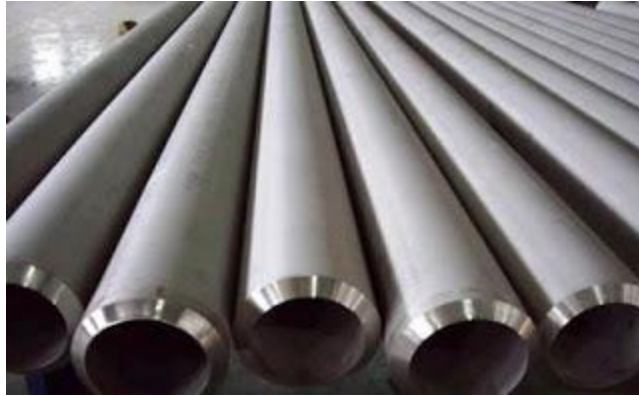
Langit itu dikatakan *ratqan* apa bila tidak turun hujan dan bumi dikatakan *ratqan* bila tidak ada retakan. Lalu Allah memisahkan keduanya dengan air dan tumbuh-tumbuhan yang menjadi rezki bagi manusia. Firman *Wa ja'alnaa min al-ma-i kull syay-i hayy* ada yang memaknainya dalam arti segala yang hidup membutuhkan air, atau pemeliharaan kehidupan segala sesuatu adalah dengan air, atau kami jadikan

cairan yang terpancar dari *shulbi* (sperma) segala yang hidup yakni dari jenis binatang. Sebagian mufassir mengartikannya termasuk di dalamnya tumbuh-tumbuhan dan pohon yang tumbuh karena ada air yang menjadikannya subur, hijau dan berbuah. Telah dijelaskan pada ayat di atas bahwa air merupakan sumber kehidupan makhluk hidup termaksud manusia, maka taklah heran jika air menjadi kebutuhan pokok kelangsungan hidup termaksud rumah tinggal.

Bangunan menjadi rintangan antara daur iklim utama dan kegiatan masyarakat. Untuk melakukan itu, mereka dirancang guna menanggapi kondisi-kondisi lingkungan luar maupun persyaratan kenyamanan si pemakai. persyaratan kenyamanan demikian biasanya dinyatakan dari segi karakteristik-karakteristik termal, suhu udara, kelembaban relatif, gerakan udara, dan radiasi makhluk hidup menggunakan energi matahari jangka pendek yang ditetapkan dengan fotosintesis untuk melakukan pekerjaan, membangun jaringan tubuh, dan memelihara suhu konstan 98,6 °F (Snyder, 1984).

## **H. Pipa**

Pipa adalah sebuah selongsong bundar yang digunakan untuk mengalirkan fluida -cairan atau gas. Terminologi pipa biasanya disamakan dengan istilah tube, namun biasanya istilah untuk pipa memiliki diameter lebih dari 3/4 in. Berdasarkan standard dalam pebuatannya, pipa biasanya di dasarkan pada diameter nominalnya, ia biasanya memiliki nilai outside diamter (OD) atau diameter luarnya tetap sedangkan untuk tebalnya menggunakan istilah schedule yang memiliki nilai berfariasi.



Gambar 2.7 Pipa air

Sumber: [https://Fitter\\_Fabrication\\_And\\_Erection.html](https://Fitter_Fabrication_And_Erection.html)

Dalam sebuah pipa atau lebih tepatnya sistem pemipaan, kita akan mengenal istilah NPS. NPS yang memiliki kepanjangan dari Nominal *Pipe Size* adalah istilah yang menunjukkan diameter nominal (bukan ukuran sebenarnya) dari sebuah pipa. Maksudnya nominal disini adalah hanya angka standar yang digunakan sebagai satuan umum. Contohnya adalah ketika kita menyebutkan pipa 2” (dua inci) maka pipa tersebut memiliki ukuran sekitar dua in, namun ukuran aslinya bila di ukur tidak tepat dua in. Nilai dua in tersebut hanya nominal yang di gunakan untuk meyebutkan jenis pipa agar baik penjual atau pemakai sama sama tahu, tapi bukan ukuran sebenarnya.

Pipa sendiri di bedakan menjadi dua istilah, *piping* dan *pipeline*. *Piping* di gunakan untuk istilah pipa yang mengalirkan dari satu tempat ke tempat lain dalam jarak yang berdekatan, sedangkan pipa yang digunakan berukuran relatif kecil. Sedangkan *pipeline* istilah tersebut digunakan untuk mengalirkan fluida dari satu fasilitas (*plant*) ke plant yang lain, dan biasanya ukurannya sangat besar.



## I. Air

Air adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di Bumi, tetapi tidak di planet lain. Air menutupi hampir 71% permukaan Bumi. Terdapat 1,4 triliun kilometer kubik (330 juta mil<sup>3</sup>) tersedia di Bumi. Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan puncak-puncak gunung), akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, muka air tawar, danau, uap air, dan lautan es. Air dalam objek-objek tersebut bergerak mengikuti suatu siklus air, yaitu: melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (runoff, meliputi mata air, sungai, muara) menuju laut. Air bersih penting bagi kehidupan manusia (Philip Ball, 2005)

Di banyak tempat di dunia terjadi kekurangan persediaan air. Selain di Bumi, sejumlah besar air juga diperkirakan terdapat pada kutub utara dan selatan planet Mars, serta pada bulan-bulan Europa dan Enceladus. Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan Bumi dalam ketiga wujudnya tersebut. Pengelolaan sumber daya air yang kurang baik dapat menyebabkan kekurangan air, monopolisasi serta privatisasi dan bahkan menyulut konflik. Indonesia telah memiliki undang-undang yang mengatur sumber daya air sejak tahun 2004, yakni Undang Undang nomor 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (H.E. Msgr, 2003). Berikut adalah tetapan fisik air pada temperatur tertentu:

Tabel 2.7. Tetapan fisik air pada temperatur tertentu

	0 °C	20 °C	50 °C	100 °C
Massa jenis (g/cm <sup>3</sup> )	0.99987	0.99823	0.9981	0.9584
Panas jenis (kal/g.°C)	1.0074	0.9988	0.9985	1.0069
Kalor uap (kal/g)	597.3	586.0	569.0	539.0
Konduktivitas termal (kal/cm.s.°C)	$1.39 \times 10^{-3}$	$1.40 \times 10^{-3}$	$1.52 \times 10^{-3}$	$1.63 \times 10^{-3}$
Tegangan permukaan (dyne/cm)	75.64	72.75	67.91	58.80
Laju viskositas (g/cm.s)	$178.34 \times 10^{-4}$	$100.9 \times 10^{-4}$	$54.9 \times 10^{-4}$	$28.4 \times 10^{-4}$
Tetapan dielektrik	87.825	80.8	69.725	55.35

Sumber: (Sosrodarsono S dan Takeda K, 1976).

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan Juli-Agustus 2016, pembuatan sampel dilakukan di perumahan Mega Rezky Blok D No. 9 Jl. H. M. Yasin Limpo, Samata-Gowa. Selanjutnya dilakukan Pengujian yang meliputi: (a) Uji kuat tekan di laboratorium Balai Besar Hasil Industri Perkebunan; (b) Uji variabel suhu ruang, suhu air dan konduktivitas termal dilakukan di ruang terbuka; dan (c) pengujian kalor jenis bahan di laboratorium Fisika Dasar Universitas Islam Negeri Alauddin Samata-Gowa.

##### **B. Alat dan Bahan**

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Alat:
  - a) Termokopel untuk mengukur suhu luar dan dalam permukaan dinding.
  - b) Termometer Alkohol untuk mengukur suhu air.
  - c) Termohidrometer untuk mengukur suhu ruang.
  - d) Lux Meter untuk mengukur intensitas cahaya matahari.
  - e) Mistar Gulung untuk mengukur besaran panjang dinding.
  - f) Gergaji besi untuk memotong pipa.
  - g) Kalorimeter untuk mengukur kalor jenis bahan.

- h) Batang pengaduk untuk mengaduk bahan di dalam kalorimeter.
- i) Pembakar Bunsen untuk memanaskan bahan di dalam air.
- j) Komputer dan software beserta hardware cobra basic 3 untuk menghitung nilai kalor jenis bahan.
- k) Slump Test untuk mengukur kuat tekan dinding.
- l) Alat tulis lengkap untuk menulis data primer.

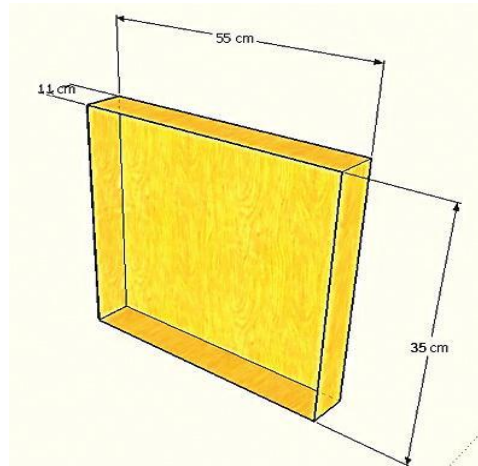
## 2. Bahan:

- a) Bata merah
- b) Semen
- c) Pasir
- d) Air
- e) Pipa ukuran 2 inci
- f) Tripleks
- g) Ember dan adukan semen
- h) Tissue

## C. Metode Penelitian

Adapun prosedur pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

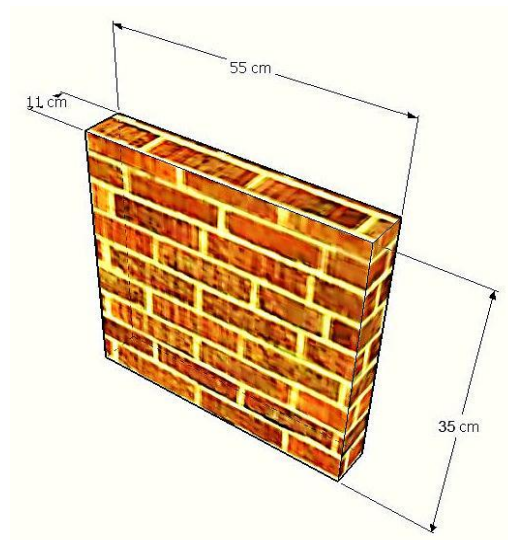
1. Prosedur pembuatan cetakan sampel dinding.
  - a. Menyiapkan 4 buah kayu berukuran (55×11) cm dan sebuah tripleks berukuran (55×35) cm.
  - b. Menyusun dan memaku kayu beserta tripleks hingga membentuk cetakan seperti gambar di bawah.



Gambar 3.1: Desain cetakan dinding

2. Prosedur pembuatan sampel uji dinding konvensional.

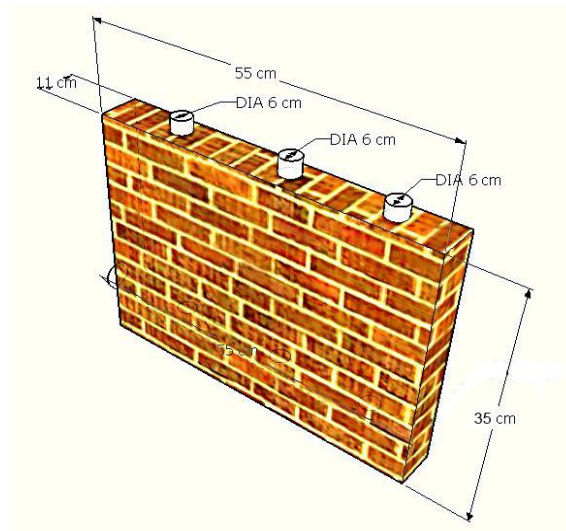
- a. Menyusun bata merah pada cetakan dinding konvensional seperti gambar di bawah.



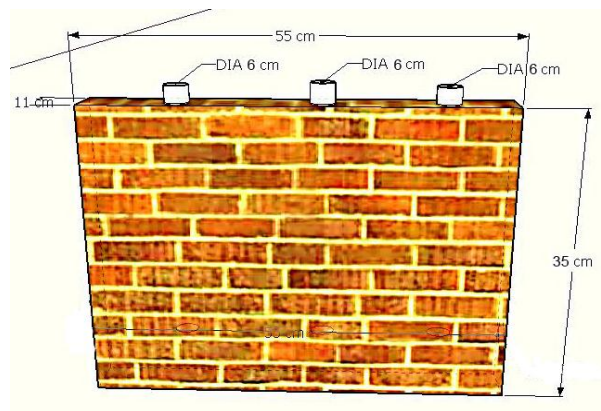
Gambar 3.2: Desain dinding konvensional

- b. Memplaster bata merah menggunakan campuran semen dan pasir dengan perbandingan 1 semen : 3 pasir.

- c. Menjemur dinding yang telah dicetak selama 14 hari di musim kemarau hingga menjadi kering.
  - d. Membuat 3 dinding serupa dengan ukuran yang sama.
3. Prosedur pembuatan sampel uji dinding dengan pipa berdiameter.
- a. Menyusun bata merah pada cetakan dinding konvensional seperti gambar di bawah.

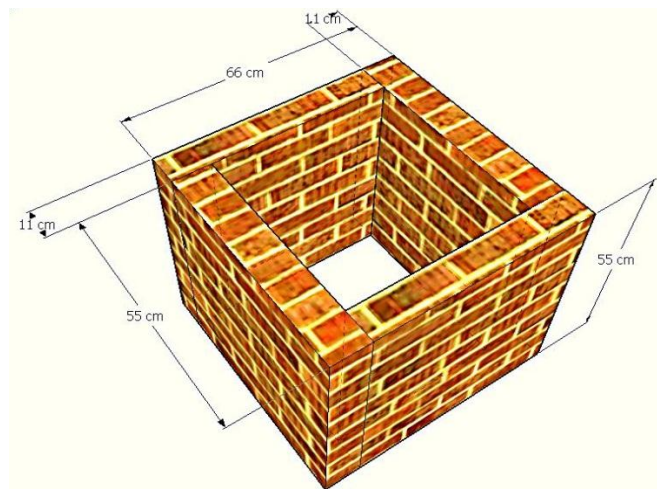


Gambar 3.3: Desain dinding berpipa tampak atas

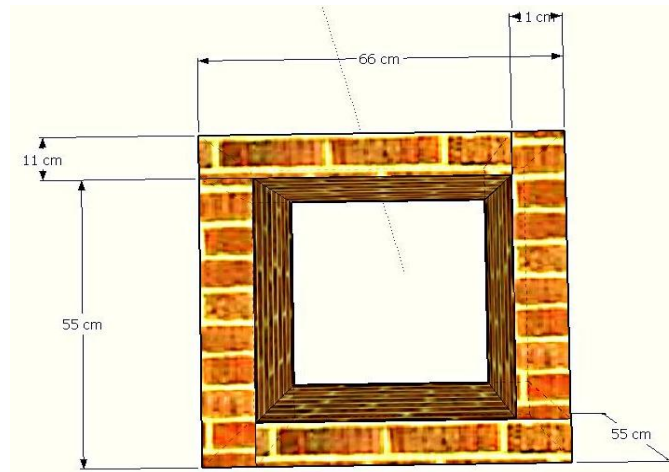


Gambar 3.4: Desain dinding berpipa tampak depan

- b. Memplaster bata merah menggunakan campuran semen dan pasir dengan perbandingan 1 semen : 3 pasir.
  - c. Menjemur dinding yang telah dicetak selama 14 hari di musim kemarau hingga menjadi kering.
  - d. Membuat 3 dinding serupa dengan ukuran dan jumlah pipa serupa.
  - e. Membuat 4 dinding dengan jumlah pipa berbeda yaitu 3 pipa vertikal menggunakan cetakan yang telah ada.
4. Prosedur pengambilan data pengaruh besarnya volume air terhadap suhu ruangan.
- a. Menyiapkan dinding yang telah jadi dan alat ukur yang akan digunakan
  - b. Menyusun 4 dinding konvensional menjadi bangun ruang seperti gambar di bawah.



Gambar 3.5: Desain ruang dinding tampak atas

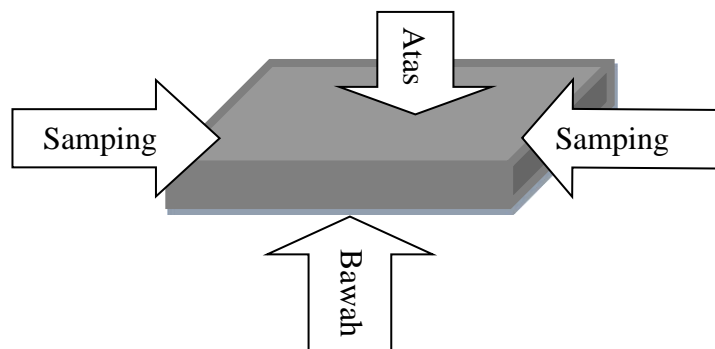


Gambar 3.6: Desain ruang dinding tampak atas

- c. Menutup atasan dinding tersebut menggunakan tripleks sebagai atapnya.
- d. Menjemur susunan dinding tersebut di bawah terik matahari selama pengambilan data.
- e. Mengukur intensitas cahaya matahari dengan Lux meter dengan jarak 1 meter di atas permukaan tanah.
- f. Mengukur suhu dalam dan luar ruangan (menggunakan termohidrometer), permukaan dinding (menggunakan termokopel) pada dinding konvensional dan dinding berisi air.
- g. Mengukur nilai suhu air dalam pipa (menggunakan termometer).
- h. Mencatat setiap hasil pengukuran pada tabel pengamatan..
- i. Mengukur kembali variabel-variabel di atas setiap interval waktu 60 menit.
- j. Melakukan pengukuran yang sama terhadap dinding dengan pipa berdiameter dengan prosedur kerja yang sama, namun pipa diisi dengan air hingga penuh dan tabel pengamatan yang sama.



5. Prosedur pengambilan data kalor jenis bahan.
  - a. Mengukur massa bahan, air, kalorimeter dan suhu ruangan.
  - b. Memanaskan bahan yang telah dicampur dengan air 300 mL hingga suhu 80 °C.
  - c. Memindahkan bahan ke dalam kalorimeter yang telah diisi air 300 mL dan menklik menu star pada software cobra basic 3.
  - d. Mengaduk bahan selama 60 detik dan mengamati perubahan suhunya.
  - e. Mengambil data yang telah tersimpan pada software cobra basic 3.
6. Prosedur pengambilan data hubungan volume air terhadap kuat tekan dinding.
  - a. Menentukan massa menggunakan neraca tubuh dan ukuran sampel uji.
  - b. Meletakkan benda uji pada mesin secara sentries.



Gambar 3.7: Prosedur uji kuat tekan

- c. Menyesuaikan dengan tempat yang tepat pada mesin tes kuat tekan beton.
- d. Menjalankan benda uji atau mesin tekan dengan penambahan beban konstan berdasar 2 sampai 4 kg/cm<sup>2</sup> per detik.

- e. Melakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan sampel uji.
- f. Mendokumentasikan bentuk kerusakan sampel uji.
- g. Menghitung kuat tekan beton, yaitu besarnya beban persatuan luas.

Parameter Terukur	Dinding Konvensional	Dinding Berpipa 2 inci
Beban Tekan (F)	N	N
Luas Bidang Sampel (A)	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Kuat Tekan Sampel (P)	N/m <sup>2</sup>	N/m <sup>2</sup>

Dalam penelitian ini memakai metode eksperimental di mulai dengan persiapan yaitu studi literatur dan pemilihan bahan uji. Pemilihan sampel uji dalam penelitian ini dipilih dari jenis material bangunan yang umumnya di Indonesia seperti semen, batu bata, dan lain-lain. Bahan uji/material dibuat spesimen dengan dimensi yang disesuaikan dengan rekomendasi dari alat uji yang digunakan.

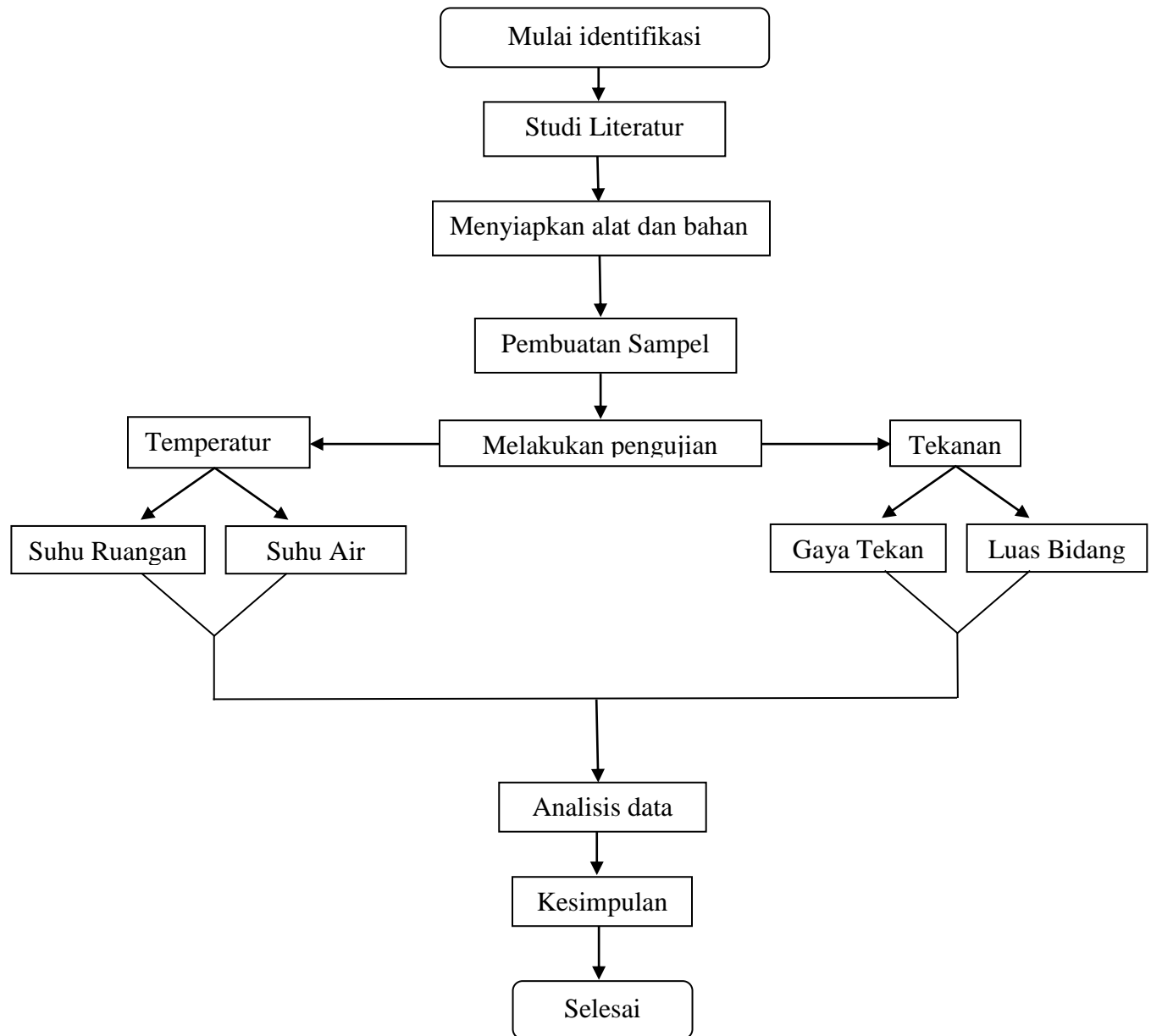
Penelitian terhadap material sebenarnya yang telah dipilih, data-data yang diperoleh adalah data suhu dan data yang ada pada spesifikasi peralatan seperti suhu ruangan dan suhu air dinding.

Dari pengolahan data akan didapat hasil antara lain nilai suhu ruangan yang bervariasi sesuai dengan grafik suhu ruangan terhadap volume air. Kemudian dilanjutkan dengan analisis grafik dan karakteristik sampel uji untuk mendapatkan hasil penelitian dan kesimpulan.

[illegible]

### E. Diagram alir

Skema/diagram alir dapat digambarkan sebagai berikut:



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Desain Dinding Bangunan Berstruktur Pipa Berisi Air

Desain dinding bangunan berstruktur pipa berisikan air menggunakan bahan batu bata merah, semen, pasir dan pipa. Pembuatan sampel dilakukan dengan cara eksperimen, yaitu dengan cara membuat sampel dinding konvensional tanpa pipa yang berdimensi  $55,3 \text{ cm} \times 35,2 \text{ cm} \times 11 \text{ cm}$  sebanyak 4 buah, serta sampel dinding berstruktur pipa 2 inci disusun secara vertikal dan paralel dengan dimensi sama sebanyak 4 buah. Selanjutnya sampel dibuat menjadi bangun ruang persegi kemudian diplaster menggunakan campuran 1 semen : 3 pasir, menggunakan semen tipe Tiga Roda.



Gambar IV.1. Struktur pipa pada dinding sebelum diplaster dengan semen



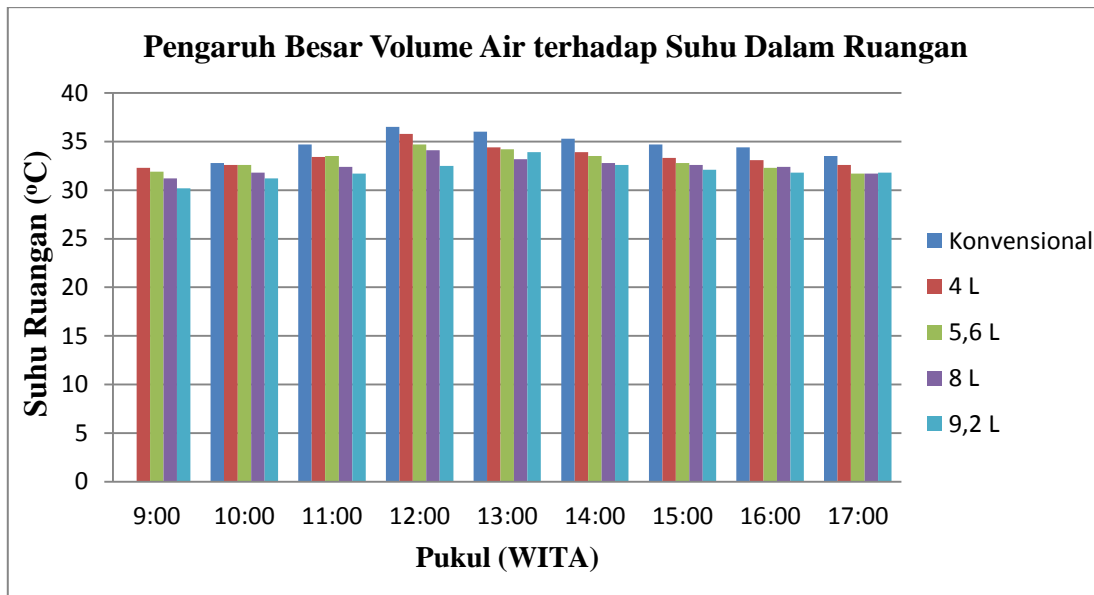
Gambar IV.2. Dinding berstruktur pipa yang telah diplaster dengan semen

Dari gambar di atas dapat dilihat pada dinding terdapat 8 pipa yang akan diisi air dengan volume keseluruhan dari 8 pipa, yaitu 4 L, 5.6 L, 8 L dan 9.2 L ditutupi dengan tripleks sebagai aplikasi penggunaan plafon pada rumah tinggal umumnya. Pengambilan data dilakukan di ruang terbuka di bawah sinar matahari selama lima hari dari pukul 09.00 wita s/d 17.00 wita menggunakan interval 60 menit dengan intensitas matahari rata-rata 552 lux – 1058 lux. Intensitas matahari terendah yaitu pada pukul 17.00 wita, sedangkan intensitas matahari tertinggi pada pukul 12.00 wita.

Parameter dalam penelitian ini terdiri dari tiga bagian yaitu parameter terukur, parameter kontrol dan parameter terhitung. Parameter terukur yaitu suhu luar ( $T_1$ ) dan suhu dalam ( $T_2$ ) rumah, waktu ( $t$ ) selama pengukuran selama sembilan jam, dan tekanan ( $P$ ) mekanik pada dinding. Sedangkan parameter terkontrol adalah luas bidang ( $A$ ) dan tebal ( $L$ ) dinding yang digunakan, dan parameter terhitung adalah besar kalor ( $Q$ ) yang diserap atau diterima oleh dinding dan nilai konduktivitas termal

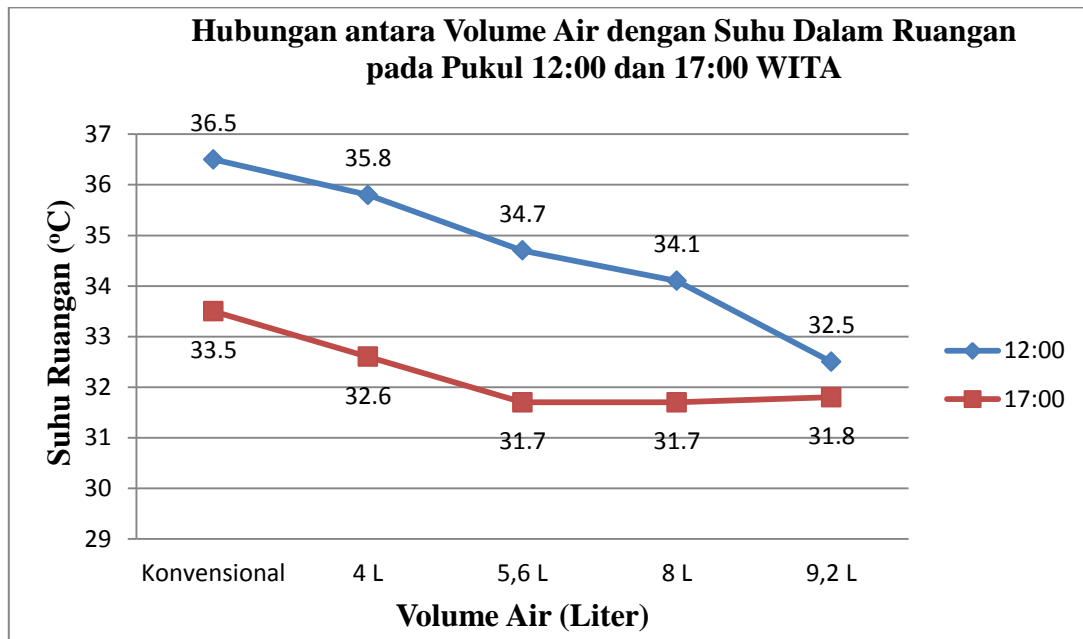
(k) dinding. Dalam penelitian ini dapat dinyatakan bahwa kalor dapat berpindah dari tempat yang bersuhu tinggi ke tempat yang bersuhu rendah.

## B. Hubungan antara Volume Air dengan Suhu dalam Ruangan



Grafik IV.1. Pengaruh Besar Volume Air terhadap Suhu dalam Ruangan

Perhitungan nilai perubahan kalor pada dinding dengan cara konduksi dilakukan dengan mengukur terlebih dahulu luas permukaan dinding (55,3 cm x 35,2 cm), tebal dinding (11 cm), dan volume air dalam dinding (4 L, 5,6 L, 8 L, dan 9,2 L). Kemudian pengukuran suhu dalam dan luar ruangan dilakukan setiap 60 menit pada pukul 09.00 s/d 17.00 wita. Berdasarkan grafik IV.1, menunjukkan bahwa kenaikan suhu dalam ruangan terjadi dari pukul 09.00-13.00 wita dengan nilai intensitas matahari tertinggi pada pukul 12.00 wita yaitu 1058 lux. Sedangkan penurunan suhu terjadi dari pukul 14.00-17.00 wita dengan nilai intensitas matahari terendah pada pukul 17.00 wita yaitu 552 lux.



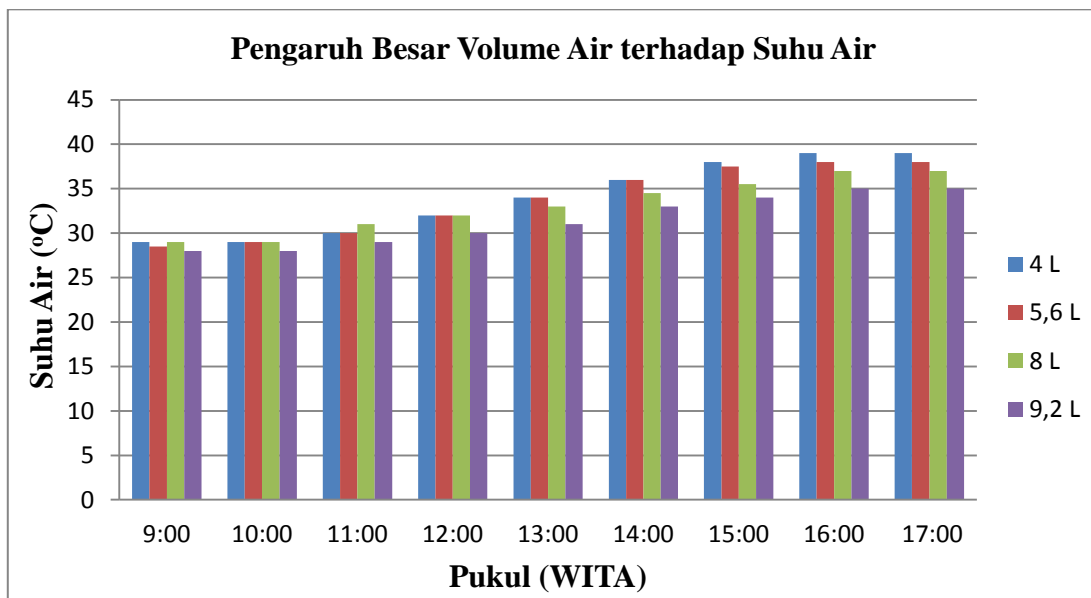
Grafik IV.2. Hubungan antara Volume Air dengan Suhu dalam Ruangan

Dari grafik IV.2. diketahui nilai intensitas matahari tertinggi pada pukul 12.00 wita, dengan suhu tertinggi saat itu terjadi pada dinding konvensional yaitu  $36^{\circ}\text{C}$  dan terendah pada dinding dengan volume air 9,2 L yaitu  $33,9^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan nilai intensitas matahari terendah pada pukul 17.00 wita, dengan suhu tertinggi saat itu terjadi pada dinding konvensional yaitu  $33,5^{\circ}\text{C}$  dan terendah pada dinding dengan volume air 5,6 L, 8 L dan 9,2 L yaitu  $31,7^{\circ}\text{C}$ .

Dapat diketahui pula dari grafik IV.2 bahwa hubungan antara volume air terhadap suhu ruangan adalah berbanding terbalik, yaitu semakin besar volume airnya maka semakin kecil suhu dalam ruangan dan begitupun sebaliknya, semakin kecil volume air maka semakin besar suhu dalam ruangan. Hal ini terjadi karena konduktivitas termal air yang rendah mengakibatkan kalor sulit mengalir dan suhu dalam ruanganpun terjaga.



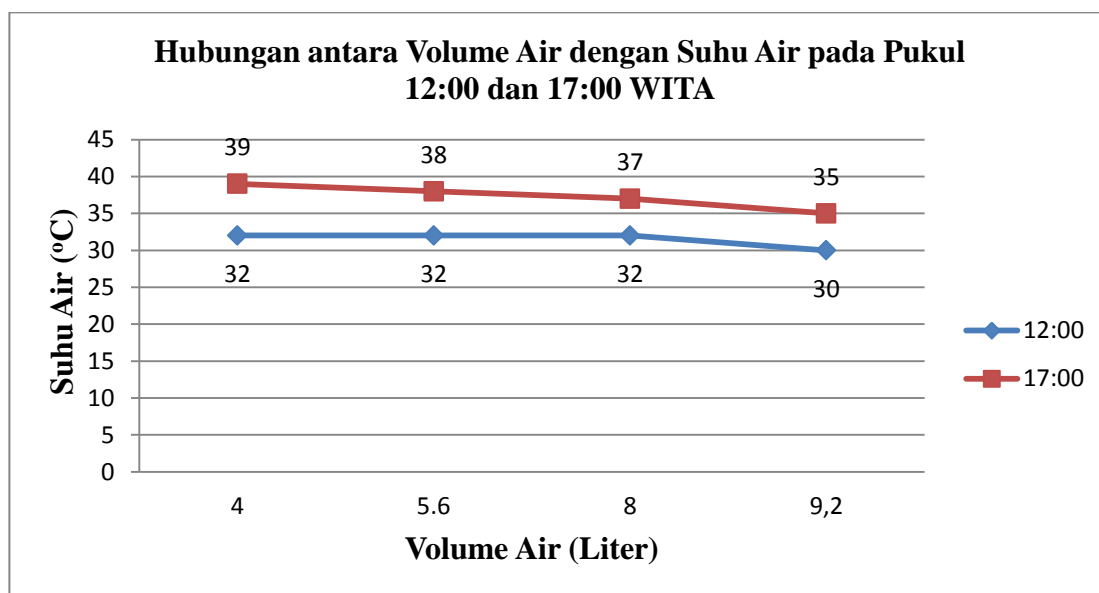
Menurut teori perpindahan panas apabila temperatur luar  $T_1$  yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan temperatur dalam  $T_2$ , maka akan terjadi keseimbangan termal. Arus konduksi tentunya bergantung juga pada distribusi temperatur tetap pada material tersebut, disamping bentuk benda itu sendiri. Dengan ketebalan material dan arus panas  $H$  mengalir dari suhu tinggi  $T_1$  ke suhu rendah  $T_2$ . Setelah mencapai keseimbangan, maka menurut hasil eksperimen dari Biot dan fourier, arus panas tetap  $H$  berbanding lurus dengan luas penampang yang tegak lurus pada arah arus panas, berbanding lurus dengan beda temperatur tetap dan berbanding terbalik dengan ketebalan material tersebut. Akibat tidak adanya transfer energi maka menghasilkan perubahan kalor sebesar nol.



Grafik IV.3. Pengaruh Besar Volume Air terhadap Suhu Air

Berdasarkan grafik IV.3. dapat dilihat kenaikan suhu air semakin meningkat seiring berjalannya waktu, hal tersebut terjadi karena sifat air sebagai

penyimpan termal yang menurun secara perlahan. Namun kenaikan suhu air yang paling deastis terjadi pada dinding bervolume terendah yaitu 4 L dengan nilai suhu air 39 °C, sedangkan suhu air terendah pada pukul yang sama adalah dinding bervolume tetinggi yaitu 9,2 L dengan nilai suhu air 35 °C. Hal tersebut terjadi karena nilai kalor jenis air yang lebih besar seiring bertambahnya volume.



Grafik IV.4. Hubungan antara Volume Air dengan Suhu Air

Dari grafik IV.4 dapat diketahui bahwa hubungan antara volume air dan suhu air adalah berbanding terbalik, yaitu semakin besar volume air maka semakin kecil suhu air. Begitupun sebaliknya, semakin kecil volume air maka semakin besar suhu air. Hal tersebut terjadi karena jumlah volume air yang mempengaruhi kalor jenis, semakin besar volume air maka semakin besar pula kalor jenisnya yang mengakibatkan semakin banyak jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan

suhunya. Selain itu salah satu pengaruh koefisien konveksi ( $h$ ) yaitu rapat massa fluida.

Perhitungan nilai konduktivitas dinding penting untuk diketahui agar dapat diketahui seberapa besar daya hantar kalor bahan dinding, baik dinding konvensional maupun dinding berisi air. Menurut teori konduktivitas berbanding terbalik dengan ketebalannya, semakin tebal bahan material maka semakin kecil daya hantar kalornya. Nilai konduktivitas termal dapat diperoleh setelah nilai kalor jenis bahan dapat diketahui menggunakan percobaan tara kalor mekanik menggunakan basic cobra 3. Adapun nilai kalor jenis dinding konvensional yang diperoleh adalah  $0,332 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$  sedangkan dinding berisi air adalah  $0,428 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ . Selanjutnya nilai konduktivitas termal dapat dihitung menggunakan persamaan 2.13 dan mendapatkan hasil untuk dinding konvensional adalah  $1,459 \text{ W/m}^\circ\text{C}$  sedangkan nilai konduktivitas termal dinding berisi air adalah  $1,411 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ .

Dari hasil perhitungan nilai kalor jenis dan konduktivitas termal terlihat jelas perbedaan antara dinding konvensional dan dinding berisi air. Dinding konvensional memiliki konduktivitas termal lebih besar dan sistem penyerapan energi panas (kalor jenis) lebih kecil dibandingkan dengan dinding berisi air. Hal ini disebabkan karena adanya air dalam dinding yang menyerap sebagian panas dari luar ruangan sehingga bagian dalam rumah tidak menimbulkan panas yang terlalu berlebihan.

Semakin besar nilai konduktivitas suatu bahan maka daya hantar panasnya semakin besar, maka dari itu bahan material yang besar nilai

konduktivitasnya kurang efektif digunakan pada daerah yang panas karena proses hantaran kalornya sangat cepat sehingga suhu di dalam rumah cepat panas.

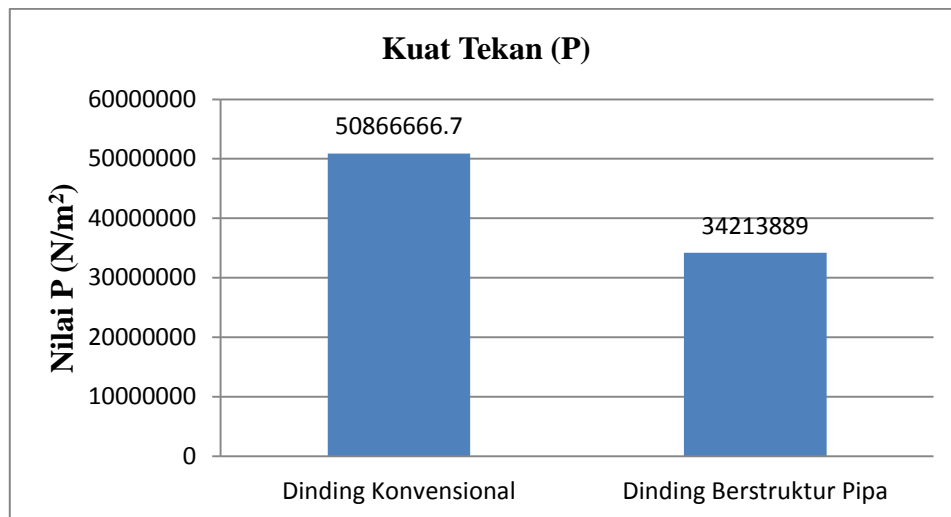
Peningkatan nilai perubahan suhu ini berpengaruh pula terhadap nilai perubahan kalor yang dihasilkan, karena perubahan kalor berbanding lurus dengan perubahan suhu. Sehingga penelitian ini sesuai dengan teori yang ada.

### **C. Perhitungan Uji Tekan Mekanik Dinding**

Pengukuran uji tekan dilakukan di salah satu laboratorium milik kementerian perindustrian dan pertanian makassar. Pengujian tekanan dinding dilakukan untuk mengetahui kekuatan dinding yang disesuaikan dengan nilai kalor yang diserap, semakin besar nilai tekanan suatu bahan material maka proses hantaran kalornya akan semakin kecil karena struktur materialnya akan semakin padat sehingga dapat menghambat panas. Namun perlu diketahui bahwa ada sebagian bahan material yang mempunyai daya tekan yang kecil tetapi proses hantaran kalornya cepat disebabkan karena bahan penyusun material itu sendiri. Jadi ukuran tekanan bukan faktor utama yang menentukan apakah suatu bahan material mempunyai nilai kalor yang besar jika nilai tekanannya besar, akan tetapi pada penelitian ini bahan material yang mempunyai konduktivitas termal lebih kecil memiliki kekuatan mekanik lebih kecil pula. Hal ini disebabkan karena material penyusun dinding yang merupakan 30 % fluida sebagai penurun konduktivitas termalnya.

Tabel 4.3.1: Hasil pengukuran uji tekan di laboratorium kementerian perindustrian dan pertanian dengan menggunakan slumb test

Parameter Terukur	Dinding Konvensional		Dinding Berpipa 2 inci	
Beban Tekan (F)	1648080	N	1108530	N
Luas Bidang Sampel (A)	0,0324	m <sup>2</sup>	0,0324	m <sup>2</sup>
Kuat Tekan Sampel (P)	50866666,7	N/m <sup>2</sup>	34213889	N/m <sup>2</sup>



Grafik IV.5. Perbandingan Kuat Tekan Dinding Konvensional dan Dinding Berpipa

Dapat dilihat dari tabel IV.6 dan grafik IV.5 bahwa nilai uji tekan untuk dinding konvensional adalah 518,52 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan untuk dinding berstruktur pipa nilai uji teannya lebih rendah yaitu 348,77 kg/cm<sup>2</sup>. Banyak faktor yang menyebabkan lebih rendahnya nilai uji tekan dinding berstruktur pipa, salah satunya adalah volume bahan padat (semen dan bata merah) jauh lebih rendah dari dinding konvensional, dan pipa yang digunakan adalah pipa berbahan plastik setebal 3 mm yang daya tekan sangat rendah, serta jarak antara pipa dan bata merah yang juga berpengaruh.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Desain dinding bangunan berstruktur pipa berisi air menghasilkan suhu dalam ruangan yang lebih rendah dibanding dinding konvensional atau kenyamanan termal dinding berstruktur pipa berisi air lebih baik dibanding dinding konvensional. Namun daya tekan dinding berstruktur pipa berisi air lebih rendah dibanding dinding konvensional.
2. Hubungan antara volume air terhadap suhu ruangan adalah berbanding terbalik, yaitu semakin besar volume airnya maka semakin kecil suhu dalam ruangan dan begitupun sebaliknya, semakin kecil volume air maka semakin besar suhu dalam ruangan.
3. Pengaruh besar volume air terhadap kuat tekan dinding bangunan adalah semakin besar volume airnya maka semakin kecil pula kuat tekan dinding bangunan.

## **B. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka penulis menyarankan bahwa :

1. Bagi peneliti berikutnya yang akan mengkaji tentang perpindahan kalor agar air yang digunakan dapat divariasikan menggunakan air yang nilai kalor jenisnya lebih rendah dari  $H_2O$ .
2. Bagi peneliti berikutnya sebaiknya memvariasikan jenis pipa dan atap yang digunakan.
3. Bagi peneliti berikutnya sebaiknya menggunakan pendingin air yang disambungkan pada pipa seperti halnya pendingin dispenser, agar suhu air lebih dingin.
4. Bagi peneliti berikutnya sebaiknya membuat konstruksi yang lebih mapan bekerja sama dengan arsitek.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, Imelda. 2009. *Aplikasi Dinding (Seri Rumah Ide)*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Alonso, M dan E.J.Finn. 1992. *Dasar-Dasar Fisika Universitas Ed.1*. Jakarta: Erlangga.
- Ahadi.2009. *Cara Tes uat Tekan Beton*.<http://www.ilmusipil.com/cara-tes-kuat-tekan-beton>. Diakses tanggal 22 Februari 2016.
- Anonim.2012. *Bahan Karet dan Pengertian* . <http://cahya-teach.blogspot.co.id/2014/11/bahan-karet.html>. Diakses tanggal 23 Desember 2015.
- Anonim. 2015. *Kalor*.<http://faculty.petra.ac.id/herisw/fisika1/13-kalor.doc>. Diakses tanggal 23 Desember 2015.
- Badan Standarisasi Naional (BSN). 2008. *Cara Uji Slamp Beton*. SNI 1972:2008 ICS 91.100.30. Bandung: BSN.
- Chew, Charles and Leong See Cheng. 2003. *Comprehensive Physics for '0' Level Science Ef. 2*. Singapura: Federal Publication.
- Departemen Pekerjaan Umum. LPMB. 1991. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. SK SNI T-15-1991-03. Cetakan Pertama, Bandung: DPU-Yayasan LPMB.
- Departemen Pekerjaan Umum. LPMB. 1991. *Tata Cara Pelaksanaan Mendirikan Bangunan Gedung*. SK SNI 1728 – 1989 – F. Cetakan Pertama, Bandung: DPU-Yayasan LPMB.
- Departemen Pekerjaan Umum. LPMB. 1991. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*. SK SNI T-15-1990-03. Cetakan Pertama, Bandung: DPU-Yayasan LPMB.
- Gere, James M. And Stephen P. Timoshenko. 2000. *Mekanika Bahan*. Jakarta: Erlangga.



- Giancoli, Dauglas C. 2001. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- H.E. Msgr. Renato R. Martino. *Water, an Essential Element of Life, A Contribution of the Delegation of the Holy See on the Occasion of the third World Water Forum*, Kyoto, Japan, 16th-23rd March 2003
- Hilmy, Mochamad dan Indrayad. 2014. *Pengaruh Rongga pada Dinding Batako terhadap Suhu Ruang Dalam*. Pontianak: Politeknik Negeri Pontianak.
- Holman, J.P dan Jasjfi. 1997. *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Erlangga.
- Ishaq, Mohamad. 2006. *Fisika Dasar Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kardiyono Tjokrodinuljo. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Nafiri.
- Latifah, Nur Laela. 2015. *Fisika Bangunan 1*. Jakarta: Griya Kreasi.
- Mulya, Marga Asta Jaya, dkk. 2014. *Studi Awal Pengembangan Alat UkurKonduktivitas TMenggunakan Sensor Thermocouple and Heat Flux*. Yogyakarta:LIPI.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Neville, A.M. 1997. *Properties of Concrete*. New York: John Wiley & Sons. Inc.
- Nawy, Edward G. 1990. Terjemahan: *Reinforce Concrete a Fundamental Approach*. Bandung: PT. Eresco.
- Philip Ball. 2005. *Water and life: Seeking the solution*, Nature 436, 1084-1085.
- Redaksi Griya Kreasi. 2008. *101 Inspirasi Tanpilan Dinding Menarik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Snyder, James C. dan Anthony J. Catanese. 1984. *Pengantar Arsitektur*. Jakarta: Erlangga.
- Sosrodarsono S, Takeda K. 1976. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Surdia Tata. 1984. *Tekanan Mekanik Beton*. Malang : Universitas Malang.
- Team Ahli Tafsir di Bawah Pengawasan Syaikh Shafiyyurrahman al-Mubarakfuri. 2006. *Shahih Tafsir Ibnu Katsir*. Bogor: Pustaka Ibnu Katsir.

- Tipler, Paul A. 1998. Terjemahan: Physics for Scientists and Engineers. Jakarta: Erlangga.
- Widiastuti, Ratih dkk. 2014. Evaluasi Termal Dinding Bangunan dengan Vertical Garden. Semarang: UNDIP.
- Wikipedia. 2015. *Dinding*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Dinding>. Diakses tanggal 23 Desember 2015.
- Wikipedia. 2015. *Panas*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Panas>. Diakses tanggal 23 Desember 2015.
- Wikipedia. 2015. *Pipa*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Pipa>. Diakses tanggal 23 Desember 2015.

# LAMPIRAN 1

## (DATA & ANALISIS DATA PENELITIAN)

## A. MEGHITUNG NILAI KALOR MENGGUNAKAN CAPASITAS CALOR

### COBRA3

#### Dinding Konvensional

$$T_{\text{Ruangan}} = 28^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Massa sampel } (m_1) = 85 \text{ gr}$$

$$T_1 = 28^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Massa kalorimeter } (m_2) = 200 \text{ gr}$$

$$T_2 = 80^{\circ}\text{C}$$

$$C_{\text{kalorimeter}} = 80 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$$

$$t = 60 \text{ s}$$



Dari grafik diperoleh harga:

$$Y1 = T_m = 39,71^{\circ}\text{C}$$

$$Y2 = T_m = 41,53^{\circ}\text{C}$$

1. Menentukan kalor jenis

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T$$

$$c_1 = \frac{c_2 \cdot (T_1 - T_m)}{m_1 \cdot (T_m - T_2)}$$

$$c_1 = \frac{80 \text{ J/g}^\circ\text{C} \cdot (41,53^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C})}{85 (80^\circ\text{C} - 41,53^\circ\text{C})}$$

$$c_1 = \frac{80 (13,53)}{85 (38,47)}$$

$$c_1 = \frac{1082,4}{3269,95}$$

$$c_1 = 0,332 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

## 2. Menentukan kapasitas kalor

$$C = m \cdot c$$

$$C = 28000 \text{ gr} \times 0,332 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

$$C = 9296 \text{ J/}^\circ\text{C}$$

## Dinding Berisi Air

$$T_{\text{Ruangan}} = 28^\circ\text{C}$$

$$\text{Massa sampel (m}_1\text{)} = 66 \text{ gr}$$

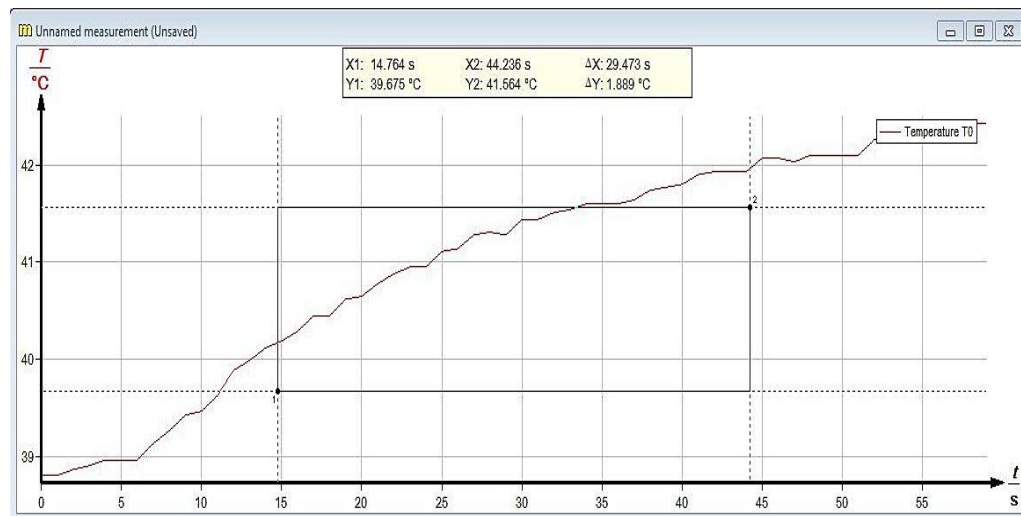
$$T_1 = 28^\circ\text{C}$$

$$\text{Massa kalorimeter (m}_2\text{)} = 200 \text{ gr}$$

$$T_2 = 80^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{kalorimeter}} = 80 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

$$t = 60 \text{ s}$$



Dari grafik diperoleh harga:

$$Y1 = T_m = 39,675 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Y2 = T_m = 41,564 \text{ } ^\circ\text{C}$$

### 1. Menentukan kalor jenis

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T$$

$$c_1 = \frac{C_2 \cdot (T_1 - T_m)}{m_1 \cdot (T_m - T_2)}$$

$$c_1 = \frac{80 \text{ J/g}^\circ\text{C} \cdot (41,564^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C})}{66 (80^\circ\text{C} - 41,564^\circ\text{C})}$$

$$c_1 = \frac{80 (13,564)}{66 (38,436)}$$

$$c_1 = \frac{1085,12}{2536,78}$$

$$c_1 = 0,428 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

### 2. Menentukan kapasitas kalor

$$C = m \cdot c$$

$$C = 23000 \text{ gr} \times 0,428 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

$$C = 9844 \text{ J/}^\circ\text{C}$$

1. Pengukuran pada dinding konvensional

Luas bidang dinding : 0,1947 m<sup>2</sup>

Tebal dinding : 0,11 m

t<sub>rata-rata</sub> : 3600 sekon

PUKUL (WITA)	INRENSITAS MATAHARI (Lux)	SUHU UDARA (°C)		Massa (gr)
		Dalam (T1)	Luar (T2)	
9.00	909	31,6	31,8	28000
10.00	974	32,8	33,1	28000
11.00	1033	34,7	35,7	28000
12.00	1058	36,5	37,7	28000
13.00	993	36	37,3	28000
14.00	951	35,3	36,4	28000
15.00	854	34,7	35,7	28000
16.00	711	34,4	34,5	28000
17.00	552	33,5	33,7	28000

Selanjutnya menentukan nilai perubahan suhu dinding ( $\Delta T$ ) dengan persamaan  $\Delta T = [T_2 - T_1]$ . Setelah itu menghitung nilai kalor menggunakan nilai konduktifitas standar dengan persamaan  $Q = m.c.\Delta T$ . Kemudian untuk menentukan nilai konduktivitas termal secara analisis menggunakan persamaan  $k = \frac{Q \times l}{A \times \Delta T \times t}$  dan kalor jenis dinding secara analisis menggunakan persamaan  $c = \frac{Q}{m \times \Delta T}$ . Sehingga hasil yang dipeoleh adalah:

Table 4.1 Hasil analisis data pengukuran dinding konvensional

PUKUL (WITA)	INRENSITAS MATAHARI (Lux)	SUHU UDARA (°C)		Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	$\Delta T$ (°C)	Waktu (s)	Massa (gr)	Kalor Jenis (J/gr°C)	Kalor (J)	Konduktivitas (W/m°C)
		Dalam (T1)	Luar (T2)								
9.00	909	31.6	31.8	0.1947	0.11	0.2	3600	28000	0.332	1859.2	1.458882611
10.00	974	32.8	33.1	0.1947	0.11	0.3	3600	28000	0.332	2788.8	1.458882611
11.00	1033	34.7	35.7	0.1947	0.11	1	3600	28000	0.332	9296	1.458882611
12.00	1058	36.5	37.7	0.1947	0.11	1.2	3600	28000	0.332	11155.2	1.458882611
13.00	993	36	37.3	0.1947	0.11	1.3	3600	28000	0.332	12084.8	1.458882611
14.00	951	35.3	36.4	0.1947	0.11	1.1	3600	28000	0.332	10225.6	1.458882611
15.00	854	34.7	35.7	0.1947	0.11	1	3600	28000	0.332	9296	1.458882611
16.00	711	34.4	34.5	0.1947	0.11	0.1	3600	28000	0.332	929.6	1.458882611
17.00	552	33.5	33.7	0.1947	0.11	0.2	3600	28000	0.332	1859.2	1.458882611



2. Pengukuran pada dinding berisi air dengan volume air 4 L

Luas bidang dinding : 0,1947 m<sup>2</sup>

Tebal dinding : 0,11 m

t<sub>rata-rata</sub> : 3600 sekon

k<sub>standar</sub> dinding konvensional : 1,188 W/m°C

PUKUL (WITA)	INRENSITAS MATAHARI (Lux)	SUHU UDARA (°C)		Massa (gr)	Suhu Air (°C)
		Dalam (T1)	Luar (T2)		
9.00	991	32,3	32,6	21000	29
10.00	1023	32,6	33,4	21000	29
11.00	1038	33,4	35,5	21000	30
12.00	1045	35,8	38,2	21000	32
13.00	1004	34,4	37,7	21000	34
14.00	982	33,9	37,5	21000	36
15.00	904	33,3	36,9	21000	38
16.00	764	33,1	34,9	21000	39
17.00	596	32,6	33,9	21000	39

Selanjutnya menentukan nilai perubahan suhu dinding ( $\Delta T$ ) dengan persamaan  $\Delta T = [T_2 - T_1]$ . Setelah itu menghitung nilai kalor menggunakan nilai konduktifitas standar dengan persamaan  $Q = m.c.\Delta T$ . Kemudian untuk menentukan nilai konduktivitas termal secara analisis menggunakan persamaan  $k = \frac{Q \times l}{A \times \Delta T \times t}$  dan kalor jenis dinding secara analisis menggunakan persamaan  $c = \frac{Q}{m \times \Delta T}$ . Sehingga hasil yang dipeoleh adalah:

Table 4.2 Hasil pengukuran dinding berisi air dengan volume air 4 L

PUKUL (WITA)	INRENSITAS MATAHARI (Lux)	SUHU UDARA (°C)		Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	$\Delta T$ (°C)	Waktu (s)	Massa (gr)	Suhu Air (°C)	Kalor Jenis (J/gr°C)	Kalor (J)	Konduktivitas (W/m°C)
		Dalam (T1)	Luar (T2)									
9.00	991	32.3	32.6	0.1947	0.11	0.3	3600	21000	29	0.428	2696.4	1.410546139
10.00	1023	32.6	33.4	0.1947	0.11	0.8	3600	21000	29	0.428	7190.4	1.410546139
11.00	1038	33.4	35.5	0.1947	0.11	2.1	3600	21000	30	0.428	18874.8	1.410546139
12.00	1045	35.8	38.2	0.1947	0.11	2.4	3600	21000	32	0.428	21571.2	1.410546139
13.00	1004	34.4	37.7	0.1947	0.11	3.3	3600	21000	34	0.428	29660.4	1.410546139
14.00	982	33.9	37.5	0.1947	0.11	3.6	3600	21000	36	0.428	32356.8	1.410546139
15.00	904	33.3	36.9	0.1947	0.11	3.6	3600	21000	38	0.428	32356.8	1.410546139
16.00	764	33.1	34.9	0.1947	0.11	1.8	3600	21000	39	0.428	16178.4	1.410546139
17.00	596	32.6	33.9	0.1947	0.11	1.3	3600	21000	39	0.428	11684.4	1.410546139

3. Pengukuran pada dinding berisi air dengan volume air 5,6 L

Luas bidang dinding : 0,1947 m<sup>2</sup>

Tebal dinding : 0,11 m

t<sub>rata-rata</sub> : 3600 sekon

k<sub>standar</sub> dinding konvensional : 1,188 W/m°C

PUKUL (WITA)	INRENSITAS MATAHARI (Lux)	SUHU UDARA (°C)		Massa (gr)	Suhu Air (°C)
		Dalam (T1)	Luar (T2)		
9.00	924	31,9	32,4	21000	28,5
10.00	1002	32,6	34,1	21000	29
11.00	1029	33,5	35,6	21000	30
12.00	1037	34,7	38,9	21000	32
13.00	998	34,2	38,2	21000	34
14.00	955	33,5	37,7	21000	36
15.00	861	32,8	36,2	21000	37,5
16.00	722	32,3	34,3	21000	38
17.00	553	31,7	33,5	21000	38

Selanjutnya menentukan nilai perubahan suhu dinding ( $\Delta T$ ) dengan persamaan  $\Delta T = [T_2 - T_1]$ . Setelah itu menghitung nilai kalor menggunakan nilai konduktifitas standar dengan persamaan  $Q = m.c.\Delta T$ . Kemudian untuk menentukan nilai konduktivitas termal secara analisis menggunakan persamaan  $k = \frac{Q \times l}{A \times \Delta T \times t}$  dan kalor jenis dinding secara analisis menggunakan persamaan  $c = \frac{Q}{m \times \Delta T}$ . Sehingga hasil yang dipeoleh adalah:

Table 4.3 Hasil pengukuran dinding berisi air dengan volume air 5,6 L

PUKUL (WITA)	INRENSITAS MATAHARI (Lux)	SUHU UDARA (°C)		Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	$\Delta T$ (°C)	Waktu (s)	Massa (gr)	Suhu Air (°C)	Kalor Jenis (J/gr°C)	Kalor (J)	Konduktivitas (W/m°C)
		Dalam (T1)	Luar (T2)									
9.00	924	31.9	32.4	0.1947	0.11	0.5	3600	21000	28.5	0.428	4494	1.410546139
10.00	1002	32.6	34.1	0.1947	0.11	1.5	3600	21000	29	0.428	13482	1.410546139
11.00	1029	33.5	35.6	0.1947	0.11	2.1	3600	21000	30	0.428	18874.8	1.410546139
12.00	1037	34.7	38.9	0.1947	0.11	4.2	3600	21000	32	0.428	37749.6	1.410546139
13.00	998	34.2	38.2	0.1947	0.11	4	3600	21000	34	0.428	35952	1.410546139
14.00	955	33.5	37.7	0.1947	0.11	4.2	3600	21000	36	0.428	37749.6	1.410546139
15.00	861	32.8	36.2	0.1947	0.11	3.4	3600	21000	37.5	0.428	30559.2	1.410546139
16.00	722	32.3	34.3	0.1947	0.11	2	3600	21000	38	0.428	17976	1.410546139
17.00	553	31.7	33.5	0.1947	0.11	1.8	3600	21000	38	0.428	16178.4	1.410546139

4. Pengukuran pada dinding berisi air dengan volume air 8 L

Luas bidang dinding : 0,1947 m<sup>2</sup>

Tebal dinding : 0,11 m

t<sub>rata-rata</sub> : 3600 sekon

k<sub>standar</sub> dinding konvensional : 1,188 W/m°C

PUKUL (WITA)	INRENSITAS MATAHARI (Lux)	SUHU UDARA (°C)		Massa (gr)	Suhu Air (°C)
		Dalam (T1)	Luar (T2)		
9.00	893	31,2	31,6	21000	29
10.00	959	31,8	32,5	21000	29
11.00	1037	32,4	36	21000	31
12.00	1108	34,1	37,4	21000	32
13.00*	997	33,2	36,2	21000	33
14.00	969	32,8	35,2	21000	34,5
15.00	916	32,6	34,9	21000	35,5
16.00	712	32,4	34,3	21000	37
17.00	546	31,7	33,8	21000	37

\*mendung sebentar

Selanjutnya menentukan nilai perubahan suhu dinding ( $\Delta T$ ) dengan persamaan  $\Delta T = [T_2 - T_1]$ . Setelah itu menghitung nilai kalor menggunakan nilai konduktifitas standar dengan persamaan  $Q = m.c.\Delta T$ . Kemudian untuk menentukan nilai konduktivitas termal secara analisis menggunakan persamaan  $k = \frac{Q \times l}{A \times \Delta T \times t}$  dan kalor jenis dinding secara analisis menggunakan persamaan  $c = \frac{Q}{m \times \Delta T}$ . Sehingga hasil yang dipeoleh adalah:

Table 4.4 Hasil pengukuran dinding berisi air dengan volume air 8 L

PUKUL (WITA)	INRENSITAS MATAHARI (Lux)	SUHU UDARA (°C)		Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	$\Delta T$ (°C)	Waktu (s)	Massa (gr)	Suhu Air (°C)	Kalor Jenis (J/gr°C)	Kalor (J)	Konduktivitas (W/m°C)
		Dalam (T1)	Luar (T2)									
9.00	893	31.2	31.6	0.1947	0.11	0.4	3600	21000	29	0.428	3595.2	1.410546139
10.00	959	31.8	32.5	0.1947	0.11	0.7	3600	21000	29	0.428	6291.6	1.410546139
11.00	1037	32.4	36	0.1947	0.11	3.6	3600	21000	31	0.428	32356.8	1.410546139
12.00	1108	34.1	37.4	0.1947	0.11	3.3	3600	21000	32	0.428	29660.4	1.410546139
13.00*	997	33.2	36.2	0.1947	0.11	3	3600	21000	33	0.428	26964	1.410546139
14.00	969	32.8	35.2	0.1947	0.11	2.4	3600	21000	34.5	0.428	21571.2	1.410546139
15.00	916	32.6	34.9	0.1947	0.11	2.3	3600	21000	35.5	0.428	20672.4	1.410546139
16.00	712	32.4	34.3	0.1947	0.11	1.9	3600	21000	37	0.428	17077.2	1.410546139
17.00	546	31.7	33.8	0.1947	0.11	2.1	3600	21000	37	0.428	18874.8	1.410546139

\*mendung sebentar

5. Pengukuran pada dinding berisi air dengan volume air 9,2 L

Luas bidang dinding : 0,1947 m<sup>2</sup>

Tebal dinding : 0,11 m

t<sub>rata-rata</sub> : 3600 sekon

k<sub>standar</sub> dinding konvensional : 1,188 W/m°C

PUKUL (WITA)	INRENSITAS MATAHARI (Lux)	SUHU UDARA (°C)		Massa (gr)	Suhu Air (°C)
		Dalam (T1)	Luar (T2)		
9.00	828	30,2	30,5	21000	28
10.00	912	31,2	32,5	21000	28
11.00	1026	31,7	35,7	21000	29
12.00	1041	32,5	36,1	21000	30
13.00	974	33,9	37	21000	31
14.00	896	32,6	35,2	21000	33
15.00	736	32,1	34,6	21000	34
16.00	647	31,8	34,4	21000	35
17.00	512	31,8	33,6	21000	35

Selanjutnya menentukan nilai perubahan suhu dinding ( $\Delta T$ ) dengan persamaan  $\Delta T = [T_2 - T_1]$ . Setelah itu menghitung nilai kalor menggunakan nilai konduktifitas standar dengan persamaan  $Q = m.c.\Delta T$ . Kemudian untuk menentukan nilai konduktivitas termal secara analisis menggunakan persamaan  $k = \frac{Q \times l}{A \times \Delta T \times t}$  dan kalor jenis dinding secara analisis menggunakan persamaan  $c = \frac{Q}{m \times \Delta T}$ . Sehingga hasil yang dipeoleh adalah:

Table 4.5 Hasil pengukuran dinding berisi air dengan volume air 9,2 L

PUKUL (WITA)	INRENSITAS MATAHARI (Lux)	SUHU UDARA (°C)		Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	$\Delta T$ (°C)	Waktu (s)	Massa (gr)	Suhu Air (°C)	Kalor Jenis (J/gr°C)	Kalor (J)	Konduktivitas (W/m°C)
		Dalam (T1)	Luar (T2)									
9.00	828	30.2	30.5	0.1947	0.11	0.3	3600	21000	28	0.428	2696.4	1.410546139
10.00	912	31.2	32.5	0.1947	0.11	1.3	3600	21000	28	0.428	11684.4	1.410546139
11.00	1026	31.7	35.7	0.1947	0.11	4	3600	21000	29	0.428	35952	1.410546139
12.00	1041	32.5	36.1	0.1947	0.11	3.6	3600	21000	30	0.428	32356.8	1.410546139
13.00	974	33.9	37	0.1947	0.11	3.1	3600	21000	31	0.428	27862.8	1.410546139
14.00	896	32.6	35.2	0.1947	0.11	2.6	3600	21000	33	0.428	23368.8	1.410546139
15.00	736	32.1	34.6	0.1947	0.11	2.5	3600	21000	34	0.428	22470	1.410546139
16.00	647	31.8	34.4	0.1947	0.11	2.6	3600	21000	35	0.428	23368.8	1.410546139
17.00	512	31.8	33.6	0.1947	0.11	1.8	3600	21000	35	0.428	16178.4	1.410546139



# LAMPIRAN 2

## (FOTO PENELITIAN)



Termokopel



Lux Meter



Mistar Gulung



Termohidrometer



Termometer



Gelas Ukur 500 mL



Tripleks



Pipa Ukuran 2"



Gergaji Besi



Head Lamp





Semen Tiga Roda



Pasir



Batu bata merah



Struktur pipa pada dinding sebelum diplaster



Dinding berpipa setelah diplaster





Slump Test



Sampel Dinding Konvensional



Sampel Dinding Berpipa



Pengambilan data nilai suhu luar ruangan



Pengambilan data nilai suhu air



Pengambilan data nilai intensitas cahaya matahari



Pengambilan data nilai luas ruangan



Pengambilan data nilai uji tekan dinding konvensional



Pengambilan data nilai uji tekan dinding konvensional



Pengambilan data nilai uji tekan dinding berpipa



Pengambilan data nilai uji tekan dinding berpipa





Penunjukan skala nilai kuat tekan dinding konvensional



Penunjukan skala nilai kuat tekan dinding berpipa

# LAMPIRAN 3

## (DOKUMEN PENELITIAN)

Nomor : ST.VI.1/PP.009/1678/2016  
Sifat : Penting  
Lamp : -  
Hal : Izin Penelitian  
Untuk Menyusun Skripsi

Makassar, 27 Juli 2016

Kepada Yth.  
Kepala Laboratorium Mekanik,  
Balai Besar Hasil Industri Makassar  
Di-  
Tempat

*Assalamu Alaikum Wr. Wb.*

Dengan hormat kami sampaikan, bahwa mahasiswa UIN Alauddin Makassar yang tersebut namanya di bawah ini :

Nama	: Ahmad Subhan
NIM	: 60400112031
Semester	: VIII
Fakultas	: Sains & Teknologi UIN Alauddin Makassar
Jurusan	: Fisika
Pembimbing	: 1. Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D 2. Hernawati, S.Pd., M.Pfis.

Bermaksud melakukan penelitian dalam rangka penyusunan Skripsi berjudul **"Rancang Bangun Dinding Bangunan Berstruktur Pipa Kaset Berisikan Air Sebagai Penurun Suhu Ruangan"** sebagai salah satu syarat penyelesaian Studi akhir Sarjana/S.1.

Untuk maksud tersebut kami mengharap kiranya kepada mahasiswa yang bersangkutan diberi izin untuk Penelitian di **Laboratorium Mekanik, Balai Besar Hasil Industri Makassar**

Demikian harapan kami, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Wassalam

Kuasa Dekan,

No. ST.VI.1/KP.07.6/1622/2016

Tanggal, 20 Mei 2016

Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan



Andi Suarda, M.Si.

NIP. 19632324 199403 1 001

Tembusan:

1. Ketua Prodi/Jurusan Fisika Fak. Sainstek UIN Alauddin
2. Arsip



### DATA HASIL PENGUJIAN

Contoh : Dinding Berpipa  
No. Analisa :  
Pengujian : Kuat Tekan  
Metode :

Tanggal Analisa : 15-Aug-16  
 Tanggal Selesai : 15-Aug-16  
 Paraf Analis :  
 Paraf Peneyelia :

Dimensi	:	
Panjang (P)	:	18 cm
Lebar (L)	:	18 cm
Luas Bidang Tarik (A)	:	
	:	324 cm <sup>2</sup>

	Satuan	Simplo	Duplo
Luas Bidang Tekan (A)	cm <sup>2</sup>	324	
Beban Tekan (B)	Kg	113000	
Kuat Tekan (B/A)	Kg/cm <sup>2</sup>	348.77	
Rata-rata	Kg/cm <sup>2</sup>	-	
RPD = $\frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Duplikat Pengukuran} \times 100}{\text{Rata-rata}}$	%	-	

Makassar, 15 Agustus 2016  
Penyelia Lab. Fisika dan Mekanik



A circular official stamp of SMK Industri Makassar is visible. The outer ring contains the text 'KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN REPUBLIK INDONESIA' at the top and 'SMK INDUSTRI MAKASSAR' at the bottom. The inner circle features a gear icon and the text 'BALAI BAKU'. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

Aulia Winaldi



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI  
UIN ALAUDDIN MAKASSAR  
NOMOR : 1815 TAHUN 2016

TENTANG

PANITIA SEMINAR HASIL PENELITIAN DAN PENYUSUNAN SKRIPSI MAHASISWA  
SAINS & TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR

DEKAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR

- Membaca : Surat Permohonan AHMAD SUBHAN, NIM 60400112031, tertanggal 17-Okt-16, untuk melaksanakan seminar Hasil.
- Menimbang : Bahwa untuk pelaksanaan dan kelancaran seminar draft/hasil, perlu dibentuk panitia seminar Hasil dan penyusunan skripsi
- Mengingat : 1. Undang-undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;  
2. Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 1999 tentang Pendidikan Tinggi;  
3. Keputusan Presiden Nomor 17 Tahun 2000 tentang pelaksanaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara;  
4. Keputusan Menteri Agama Nomor: 289 Tahun 1993 JO Nomor: 202 B Tahun 1998 tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Menandatangani Surat Keputusan  
5. Keputusan Menteri Agama Nomor: 2 Tahun 2006 tentang Pedoman Pembayaran dalam Pelaksanaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara di Lingkungan Departemen Agama  
6. Keputusan Menteri Agama RI. No. 25 Tahun 2013 tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Alauddin Makassar  
7. Keputusan Menteri Agama RI. Nomor 20 Tahun 2014 tentang Statuta UIN Alauddin Makassar;  
8. Keputusan Menteri Keuangan No.330/05/2008 tentang penetapan UIN Alauddin Makassar pada Dep.Agama sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum (BLU)

MEMUTUSKAN

- Menetapkan Pertama : Membentuk Panitia Seminar Proposal, Jurusan **Fisika** Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar dengan komposisi :

Ketua : Rahmaniah, S.Si., M.Si.  
Sekertaris : Ihsan, S.Pd., M.Si.  
Pembimbing I : Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D.  
Pembimbing II : Hernawati, S.Pd., M.PfIs  
Penguji I : Muh.Said L, S.Si., M.Pd.  
Penguji II : Nurul Fuadi, S.Si., M.Si.  
Penguji III : Dr.Moh.Sabri AR, M.Ag.  
Pelaksana : Jasmulyadi, S.T.

- Kedua : 1. Panitia bertugas melaksanakan seminar draft/hasil, memberi bimbingan, petunjuk-petunjuk, perbaikan mengenai materi, metode, bahasa dan kemampuan menguasai masalah penyusunan skripsi  
2. Biaya pelaksanaan seminar draft penelitian dibebankan kepada anggaran Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar  
3. Apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini akan diubah dan diperbaiki sebagaimana mestinya

Surat Keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan dengan penuh tanggungjawab.

Ditetapkan di : Makassar  
Pada tanggal : 17-Okt-16

An. Rektor



Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag.  
NIP. 19691205 199303 1 001

## **BIBLIOGRAFI**



Penulis Ahmad Subhan, lahir di Babulu Laut, 14 Januari 1994. Merupakan anak bungsu dari 6 bersaudara dari pasangan H. Harisah dan Hj. Ummul Khair. Memulai pendidikan di SD Negeri 007 Babulu pada tahun 2001-2006. Memasuki sekolah menengah pertama di MTs. Babulu pada tahun 2006-2009, kemudian pada tahun 2009-2012 melanjutkan pendidikan MA. Tanah Geroгот. Telah meraih gelar strata satu di jurusan Fisika fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar pada tahun 2016. Memiliki kebiasaan mendengar musik dan memainkannya, membaca buku dan menulisnya, serta memecahkan masalah dan mencarinya.